

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA



TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO EN
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

DIVERSIDAD Y DISPONIBILIDAD DE PECES EN LA COMUNIDAD DE
PUERTO CONSUELO II – REGIÓN DE ALTO MADERA (BOLIVIA)

Por:

Postulante: Hiri Clara Hidalgo
Riguera

Tutora: MSc. Gleisi Cuanaiy Z.

Cobija-Pando-Bolivia
2021

HOJA DE APROBACIÓN

**LA TESIS DE GRADO TITULADA: DIVERSIDAD Y DISPONIBILIDAD DE
PECES EN LA COMUNIDAD DE PUERTO CONSUELO II – REGIÓN DE ALTO
MADERA (BOLIVIA)**

**MSc. Gleisi Cuaniay Z.
TUTORA**

TRIBUNAL 1

TRIBUNAL 2

TRIBUNAL 3

Cobija-Pando-Bolivia
2021

DEDICATORIA

A Diosito todo poderoso como también mi querida madre Carmen María Riguera Ovaes y a mis queridos hijos Higary Manuyama Hidalgo, Higar Ramon Manuyama Hidalgo, Gary Dominic Manuyama Hidalgo, Hiri Calila Manuyama Hidalgo, que siempre fueron mi fortaleza, quiero agradecer a una persona muy especial que siempre estará en mi corazón Efrain Aida, sin ellos no hubiera sido posible llegar a lograr a la titulación para obtener mi licenciatura.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las personas e instituciones que hicieron posible que unos de mis objetivos llegar a cumplirse de una manera en el que recibí el apoyo de cada uno ustedes en la realización del proyecto de tesis.

Mi más sincero a las siguientes instituciones: Universidad Amazónica de Pando (**U.A.P**) y el Proyecto Gobernanza e Infraestructura en la Amazonia (**GIA**) de la Universidad de Florida, el Mosaico del Alto Madera (**Bolivia & Brasil**).

También quiero agradecer mi tutor del Proyecto (**GIA**) Lic. Dennis Edgar Lizarro, por su valiosa guía, asesoramiento para lograr obtener mis resultados y culminación de mis tesis, también agradezco a la comunidad de Puerto Consuelo II, por haberme acogido, en especial a Hermes Chao Temo (guía de campo) que en la etapa de mi investigación de campo ha sido un pilar fundamental.

De la misma manera quiero agradecer a DIOS por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por darme sabiduría suficiente para terminar mi profesión.

!!!Muchas gracias a todos de corazón!

RESUMEN

El estudio se realizó en diferentes cuerpos de agua próximos o pertenecientes a la comunidad de Puerto Consuelo II del municipio Nueva Esperanza, perteneciente a la Provincia Federico Román (departamento de Pando, Bolivia). Con el objetivo Evaluar la Diversidad y Disponibilidad de Peces en la Comunidad de Puerto Consuelo II- Región del Alto Madera (Bolivia), después de la construcción de la represa hidroeléctricas Jirau y San Antonio, se tuvo muestreos tanto diurnos como nocturnos, los cuales se llevaron a cabo en la época seca (aguas bajas), que comprende el mes de septiembre, donde se realizó el proceso de pesca o captura de las diferentes especies de peces en los cuerpos de agua: En Rio Beni en el sitio Tumbo, Arroyos Santa Ala. Se logró capturar conjuntamente los pescadores un total de 961 individuos, pertenecientes a 43 especies de peces, tales especies se encuentran agrupadas en 37 géneros y 19 familias correspondientes a 3 órdenes (Characiformes, Cichliformes y Siluriformes). Solamente una especie se identificó a nivel de género (*Lamontichthys* sp.). La diversidad total de los cuerpos de agua, tiene un valor de (**H=3,251**); en el rio Beni (Tumbo) donde se ha registrado con mayor diversidad de peces con un valor (**H=2,788**) y la menor diversidad de peces se registró en el arroyo (Santa Ala) con un valor (**H=2,265**), se determinó que la especie *Brycon amazonicus* (Yatorana), Abundancias relativas de las especies en la comunidad fue perteneciente a la familia Characidae, es la especie más abundante (10.61%), *Cetopsis candiru* (8.74%) que corresponde a la familia Cetopsidae y *Mylossoma duriventre* (8.01%). Antes de la construcción de las represas hidroeléctricas Jirau y San Antonio, existían 14 especies de peces de preferencia, con un consumo anual para la subsistencia era aproximadamente 9.475 kg y la pesca era realizada todo el año de enero a diciembre, ahora en la actualidad los comunarios consumen lo que pescan, según las entrevistas son 19 especies con un consumo anual de 1.916 kg y la pesca se realiza durante la época de aguas bajas.

Palabras Claves: Hidroeléctricas, Peces, Riqueza, Abundancia, Pesca de subsistencia

ABSTRACT

The study was carried out in different bodies of water near or belonging to the community of Puerto Consuelo II of the Nueva Esperanza municipality, belonging to the Federico Román Province (Pando department, Bolivia). With the objective Evaluate the diversity and Availability of Fish in the Community of Puerto Consuelo II-Alto Madera Region (Bolivia), after the construction of the Jirau and San Antonio hydroelectric dam, both day and night sampling was carried out, which was carried out in the dry season (low waters), which includes the month of September, where the process of fishing or capture of the different species of fish in the bodies of water was carried out: In Rio Beni at the Tumbo site, Arroyos Santa Ala. It was possible to jointly capture the fishermen a total of 961 individuals, belonging to 43 species of fish, such species are grouped into 37 genera and 19 families corresponding to 3 orders (Characiformes, Cichliformes and Siluriformes). Only one species was identified at the genus level (*Lamontichthys* sp.). The total diversity of water bodies has a value of ($H=3,251$); in the Beni River (Tumbo) where it has been recorded with the greatest diversity of fish with a value ($H = 2,788$) and the lowest diversity of fish was recorded in the stream (Santa Ala) with a value ($H = 2,265$), it was determined that the species *Brycon amazonicus* (*Yatorana*), Relative abundances of the species in the community belonged to the family Characidae, is the most abundant species (10.61%), *Cetopsis candiru* (8.74%) corresponding to the family Cetopsidae and *Mylossoma duriventre* (8.01%). Before the construction of the Jirau and San Antonio hydroelectric dams, there were 14 species of fish of preference, with an annual consumption for subsistence was approximately 9,475 kg and fishing was carried out all year from January to December, now today the community members consume what they fish, according to the interviews there are 19 species with an annual consumption of 1,916 kg and fishing is raliaza during the time of waters Low.

Keywords: Hydroelectric, Fish, Wealth, Abundance, Subsistence fishing

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
HOJA DE APROBACIÓN.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1 El Recurso Hídrico en Sudamérica.....	3
2.2 Cuenca Hidrográfica Amazónica.....	5
2.3 El Ciclo Hidrológico Amazónico.....	6
2.4 Importancia del Régimen Hidrológico.....	7
2.5 Régimen Hidrológico del río Madera y tributarios.....	10
2.5.1 Precipitación en la Cuenca del río Madera.....	12
2.5.2 Caudal en la Cuenca del río Madera.....	14
2.6 Cuenca Amazónica Boliviana.....	15
2.7 Diversidad ictiológica cuenca Amazónica.....	18
2.8 La ictiofauna amazónica boliviana.....	18
2.9 Ictiofauna del departamento de Pando.....	22
2.10 La pesca de subsistencia o autoconsumo en la Amazonia boliviana.....	23
2.11 Las represas hidroeléctricas sobre el río Madera.....	24

2.12 Efectos de las represas hidroeléctricas en los peces y ecosistemas.....	26
2.13 Riqueza y abundancia de especies.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Área de estudio.....	29
3.2 Diseño y Métodos	30
3.2.1 Muestras.....	31
3.2.2 Arte de captura de los peces	32
3.2.3 Procesamiento de los ejemplares capturados.....	34
3.2.4 Identificación taxonómica.....	35
3.3 Método de entrevista.....	35
3.4 Análisis Estadístico-Peces.....	36
3.4.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.....	37
3.4.2 Frecuencias Estadísticas.....	38
3.4.2.1 Frecuencia absoluta.....	38
3.4.2.2 Frecuencia relativa.....	38
3.4.2.3 Porcentaje.....	39
3.4.2.4 Frecuencia Absoluta Acumulada.....	39
3.4.2.5 Frecuencia Relativa Acumulada.....	39
3.4.2.6 Porcentaje Acumulado.....	39
3.4.3 Análisis Estadístico – Entrevistas.....	40
IV. RESULTADOS.....	41
4.1 Clasificación taxonómica de los peces en la comunidad Puerto Consuelo II.....	41
4.2 Composición específica de la ictiofauna en la comunidad Puerto Consuelo II.....	42
4.3 Índice de diversidad (Shannon-Wiener), en los cuerpos de agua de la comunidad de Puerto Consuelo II.....	45
4.4 Abundancias relativas de las especies en la comunidad Puerto Consuelo II	46
4.4.1 Abundancia en río Beni (Tumbo).....	47
4.4.2 Abundancia en Arroyo (Santa Ala)	48
4.5 Percepción sobre la disponibilidad de peces.....	49
4.5.1 Caracterización de la actividad de pesca de subsistencia o de consumo.....	50

4.5.2 Caracterización de la ictiofauna capturada para subsistencia o consumo.....	54
4.6 Amenazas a la ictiofauna en la comunidad Puerto Consuelo II.....	57
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

1. Disponibilidad y distribución del agua en el mundo	3
2. Principales Cuencas Hidrográficas en Sudamérica.....	4
3. Cuenca Hidrográfica Amazónica.....	6
4. Cuenca del río Madera y tributarios principales.....	11
5. Precipitaciones en la cuenca alta del río Madera (Amazonía boliviana).....	14
6. Hidrograma de los ríos Beni y Mamoré del 2005-2007.....	15
7. Mapa Hidrográfico de la Cuenca Amazónica de Bolivia.....	17
8. Principales Órdenes de la ictiofauna Amazónica boliviana.....	22
9. Ubicación de las represas hidroelectricas Santo Antonio y Jirau en la cuenca media del río Madera (Brasil).....	25
10. Mapa de ubicación de la comunidad Puerto Consuelo II, Alto Madera (Bolivia).....	29
11. Formación de rocas o cachuela en inmediaciones de la comunidad Puerto Consuelo II.	30
12. Muestras durante la época de aguas bajas en la comunidad Puerto Consuelo II.....	31
13. Método de captura de peces usando mallas de espera o agalleras.....	32
14. Método de captura de peces usando tarrafa.....	33
15. Método de captura de peces usando malla de arrastre.....	34
16. Clasificación de peces en base a características morfológicas.....	35
17. Composición relativa por órdenes de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II.....	43
18. Composición relativa de las familias por cada orden de peces en la comunidad Puerto Consuelo II.....	43
19. Composición relativa por familias de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II.....	44
20. Abundancia relativa de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II.....	46
21. Frecuencia de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II.....	50
22. Horarios preferidos para la pesca en la comunidad Puerto Consuelo II.....	51

23. Cantidad de pescado obtenido por jornada de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II.....	51
24. Lugar de preferencia para pescar en la comunidad Puerto Consuelo II.....	52
25. Meses de preferencia de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II.....	52
26. Materiales o artes de pesca utilizados en la comunidad Puerto Consuelo II.....	53
27. Número de hilo utilizados para la pesca en la comunidad Puerto Consuelo II.....	53
28. Forma de pescar en la comunidad Puerto Consuelo II.....	54

INDICE DE CUADROS

1. Lista taxonómica de los peces identificados en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.....	41
2. Resultados de índice de diversidad (abundancia y riqueza) en los cuerpos de agua de la Comunidad de Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.....	45
3. Lista de especies de peces presente en los diferentes cuerpos de agua, en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.....	48
4. Coordenadas de los sitios de las entrevistas, en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.....	50
5. Lista especies de peces que más se pescan para el consumo humano, actualmente en la comunidad Puerto Consuelo II, según las entrevistas individuales.....	55
6. Lista especies de peces que más se pescaban antes de construir las represas hidroeléctricas en la comunidad Puerto Consuelo II, según las entrevistas individuales.....	56

I. INTRODUCCIÓN

La gran riqueza de especies en la cuenca Amazónica no solo se atribuye a su enorme extensión, sino también a factores históricos, régimen climático, diversidad de condiciones ecológicas y complejidad geomorfológica (Van der Sleen & Albert 2017, Albert *et al.* 2018). Por lo tanto, contiene una red hídrica compleja formada por numerosos ambientes acuáticos que albergan una de las mayores concentraciones de diversidad de peces en aspectos taxonómicos y funcionales (Toussaint *et al.* 2016, Siqueira-Sousa *et al.* 2017), las estimaciones sugieren que la diversidad de peces de agua dulce varía entre 8000 y 9000 especies (Reis *et al.* 2016).

A pesar de la gran diversidad de peces, los ecosistemas acuáticos en la Amazonía están siendo alterados cada vez más por actividades antrópicas y entre estas amenazas se incluye la Construcción de represas hidroeléctricas dentro de los cauces de los ríos para la generación de energía hidroeléctrica (Jiménez-Segura *et al.* 2014).

Las represas hidroeléctricas, generan impactos ecológicos sobre la biota acuática como la pérdida de hábitats para las especies nativas y de la biodiversidad (Pelicice *et al.* 2018), cambian el régimen hidrológico aguas abajo como aguas arriba de la represa, retención de partículas suspendidas, cambio en los sedimentos, nutrientes y energía (Forsberg *et al.* 2017), alterando los ciclos estacionales de reproducción, alimentación de algunas especies e interrumpiendo las rutas migratorias de los grandes bagres y de otras especies (Barthem *et al.* 2017, Anderson *et al.* 2018).

La cuenca alta del río Madera, en la actualidad existen dos represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio implementadas en territorio brasileño, cerca de la frontera con Bolivia, los impactos de estas represas en territorio boliviano sobre el medio acuático provocarían cambios en el régimen hidrológico, sedimentos, nutrientes (MRE-MMAyA 2014), interrupción a la ruta migratoria de los peces (Hauser *et al.* 2019, Van Damme *et al.* 2019) y disminución de la abundancia del recurso pesquero (Lima *et al.* 2017, Van Damme *et al.* 2019).

La presente investigación contribuye al conocimiento sobre la ictiofauna presente en diferentes cuerpos de agua próximos a la comunidad de Puerto Consuelo II, que se encuentra a orillas del río Beni de la subcuenca del Alto Madera y formará parte de una base de datos que permitirá conocer la diversidad ictiológica presente en términos de riqueza y abundancia de especies de peces que alberga y el consumo humano (pesca de subsistencia), después de la construcción de las represas hidroeléctricas Jirau y San Antonio. Dicha información servirá para el desarrollo de futuros programas de conservación y como herramientas para futuras investigaciones.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar la diversidad y Disponibilidad de Peces en la Comunidad de Puerto Consuelo II-Región del Alto Madera (Bolivia).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad de peces presentes en los cuerpos de agua de la subcuenca del alto río Madera comunidad de Puerto Consuelo II
- Determinar la abundancia de peces presentes en los cuerpos de agua de la comunidad de Puerto Consuelo II de la subcuenca la Alta del río Madera.
- Identificar las especies de peces que son aprovechada para el consumo humano (pesca de subsistencia) en la comunidad de Puerto Consuelo II de la subcuenca Alta del río Madera (Bolivia).

1.2 Hipótesis

Las especies Disponibles para el consumo para los comunarios de la comunidad Puerto Consuelo II son las mismas antes y después de la construcción de las represas hidroeléctricas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 El Recurso Hídrico en Sudamérica

El 70% de la superficie de la Tierra es agua, pero la mayor parte de esta es oceánica y solo 3% de ella es dulce, la cual se encuentra en su mayor parte en la forma de casquetes de hielo y glaciares; y solo 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible. Esta es el agua que se encuentra en lagos, ríos y a poca profundidad en el suelo (Fig. 1). Solo esa cantidad de agua se renueva habitualmente (Agudelo, 2005).

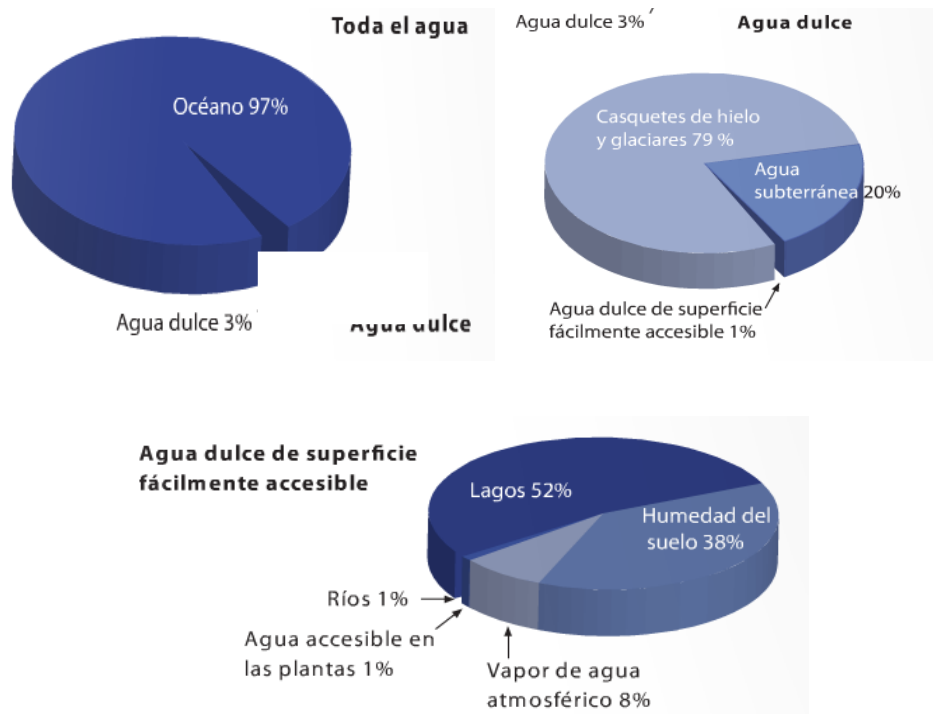


Figura 1. Disponibilidad y distribución del agua en el mundo
(Fuente: Lean & Hinrichsen 1994).

El agua dulce disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en la misma cantidad en las estaciones; varía de un año a otro, no se encuentra en todos los sitios donde se necesita ni en la misma cantidad, y contradictoriamente, en otros casos tenemos demasiada agua en el lugar equivocado y cuando no hace falta. Tres cuartas partes de las precipitaciones anuales caen en zonas que contienen menos de un tercio de la población mundial. Por

ejemplo: 20% de la escorrentía media mundial por año corresponde a la Cuenca Amazónica con menos de 10 millones de habitantes y al analizar población en contraste con la disponibilidad de agua, se puede observar cómo Europa posee 13% de población y 8% del recurso agua; Asia tiene 60% de la población mundial y solo 36% del recurso hídrico; el continente americano con 14% de la población mundial, disfruta de 41% del recurso en cuestión y de esta cifra, a Sudamérica le pertenece 26% (Agudelo, 2005).

En términos generales, Sudamérica está drenada por el agua de escorrentía sea superficial o subsuperficial (mantos freáticos y aguas subterráneas), por cinco cuencas hidrográficas (Fig. 2), con sus respectivas subcuencas y diferentes grados de drenajes de los ríos, entre estas cuencas hidrográficas resaltan: 1) Río Amazonas; 2). Río de La Plata; 3). Río Orinoco; 4). San Francisco; 5). Río Magdalena; que permiten abastecer de agua y nutrir a los respectivos ecosistemas afines a cada espacio sociobiogeográfico (Bernal, 2006).



Figura 2. Principales Cuencas Hidrográficas en Sudamérica: 1. Amazonas, 2. Río de La Plata, 3. Orinoco, 4. San Francisco y 5. Magdalena (Fuente: Modificado de Tundisi 1994).

En el caso particular de este trabajo, la Amazonía ostenta más del 20% del agua dulce el planeta; una cuarta parte del agua del planeta va al mar a través del Río Amazonas (Prat, 2004). Pero también presenta en ciertos espacios subregionales áreas con limitaciones hídricas como son el altiplano boliviano, norte de Chile, sur de Perú y la península de la Guajira en la línea fronteriza de Colombia y Venezuela, con precipitaciones registradas en promedios anuales cercanos a los 300 mm (Prat, 2004).

Por tanto, el agua dulce en la Amazonia por el momento se puede catalogar como un recurso natural renovable y abundante; pero esa connotación puede cambiar ostensiblemente en el mediano plazo por los procesos productivos y extractivos que inciden en el ciclo hídrico, al continuar con la dinámica de deforestación en la Amazonia y al generarse impacto sobre en el ciclo hidrológico, con ello se limita a las actuales y futuras generaciones de su contemplación, uso y manejo a libre albedrío (Bernal, 2006).

2.2 Cuenca Hidrográfica Amazónica

La Cuenca Amazónica tiene una superficie de 6.059.000 Km², extendida en los países de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Bolivia, Guyana y Surinam (Fig. 3); siendo el sistema hidráulico más grande del mundo, correspondiendo al 39.5% de la superficie total del continente sudamericano (Montes de Oca 1997). Esta cuenca se encuentra ubicada entre los paralelos 10° N y 15° S, y los meridianos 4° O y 75° E del continente sudamericano y contiene los más extensos y continuos bosques húmedos tropicales; considerándose en un centro muy rico en diversidad de especies con un alto endemismo de plantas y animales (Bernal 2005).



Figura 3. Cuenca Hidrográfica Amazónica (Fuente: Modificado de Junk 1997).

El río Amazonas delimita esta región hidrográfica que es la más extensa del planeta. En este espacio drenan aproximadamente 1.100 ríos de diferentes tipos de orden y magnitud (aguas del orden andino-amazonenses y borrosas, cristalinas y negras de origen amazónico), de los cuales predomina el cauce principal del río Amazonas con una extensión de 6.742 Km (Bernal, 2005). Sus principales cuencas hidrográficas son: Urubamba, Pachitea, Pacaya, Tapiche, Marañón, Nanay, Napo, Yavary, Putumayo/Iça, Jutai, Juruá, Caquetá/Japura, Purús, Negro, Madeira, Trombetas, Tapajos, Xigu. Transporta aproximadamente el 15.47% del agua dulce del planeta, con una descarga al Atlántico entre 210.000 y 220.000 metros cúbicos por segundo (Brak, 1995).

2.3 El Ciclo Hidrológico Amazónico

El río Amazonas delimita la región hidrográficamente más extensa del planeta. Espacio sociobiogeográfico que va desde el estuario o archipiélago de la Isla Marajo a nivel del mar Atlántico en el Estado de Pará en Brasil, hasta las nieves perpetuas de la Cordillera de los Andes en Perú; generando diferentes nichos a partir de la heterogeneidad de microclimas, de ahí su especialización y endemismos de flora y fauna (Barthem, 2001).

En dicho espacio amazónico se alberga una de las planicies de inundación más extensas, dinámica influenciada por los ríos Andino amazónicos y los eminentemente amazónicos. Entre los ríos que drenan desde la cordillera de los Andes se encuentran el Río Beni, Madre de Dios y Mamoré con 154 pequeños tributarios y 37 lagos (Bayley & Petrere 1989, Barthem 2001).

Esa especificidad de la hidrología amazónica esta inducida por las corrientes continentales, fruto de la evapotranspiración de la masa forestal y por las corrientes de ascenso y descenso ocasionadas por el relieve (Nepstad, *et al.* 1994). Los bosques amazónicos producen anualmente 7 trillones de toneladas de agua para la atmósfera por medio del proceso de evapotranspiración, lo cual incide en la formación del sistema de nubes locales y regionales, en especial las nubes cumulonimbus, siendo éstas las responsables de descargar sus masas de agua sobre el entorno amazónico (Montinho & Nepstad, 2001).

El drenaje principal del río Amazonas coincide con la línea ecuatorial, por lo tanto, le confiere algunas especificidades como el presentar sus espacios biogeográficos en los dos hemisferios, lo cual incide en la estacionalidad de las aguas altas y bajas, consiguiente en la navegabilidad de sus afluentes. En el bajo Amazonas sucede el fenómeno denominado Interferencia, en donde el caudal del agua se ve compensado por los volúmenes que llegan tanto del norte como del sur y sus impactos por la disminución de caudal y por ende la profundidad sea bastante grande, manteniendo en promedio una profundidad de 10 metros, una profundidad que varía entre 130 metros y 50 metros. Cuando los drenajes de los tributarios del Río Amazonas se encuentran todos en uno u otro hemisferio se ve limitada la navegabilidad en la estación de aguas bajas (Domínguez, 2003).

2.4 Importancia del Régimen Hidrológico

El régimen hidrológico de los grandes ríos tropicales usualmente presenta una alta estacionalidad mediada por un patrón temporal de las precipitaciones, el cual está determinado principalmente por el movimiento latitudinal de la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical) a lo largo del año (Winemiller 2004, Latrubesse *et al.* 2005, Lewis 2008). La

mayoría de los grandes ríos tropicales exhiben un régimen hidrológico unimodal anual, con marcadas diferencias entre los períodos secos y los de lluvia, causando la presencia de un único pulso de inundación. (Latrubesse, *et al.* 2005). Aunque el pulso de inundación es bastante predecible en los grandes ríos tropicales (Schöngart & Junk, 2007), el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENSO) afecta los patrones de precipitación en las zonas tropicales, produciendo variaciones interanuales en los patrones de caudal (Foley, *et al.* 2002, Molinier, *et al.* 2009). En las cuencas del Amazonas y del Orinoco, El Niño está asociado a condiciones más secas de lo normal, a una disminución marcada en el caudal de los ríos, y del área de inundación, mientras que durante La Niña se observa el patrón opuesto, aumentando la extensión de las áreas inundadas (Foley, *et al.* 2002, Castillo, *et al.* 2004).

Los pulsos de inundación son la fuerza motriz que modula los cambios anuales en las variables bióticas y abióticas que tienen lugar en el canal principal y en todos los cuerpos de agua asociados a la planicie inundable. Una alta complejidad geomorfológica en estos sistemas (lo que origina a su vez una alta heterogeneidad de hábitats), una elevada productividad biológica y una importante biodiversidad son mantenidas en el tiempo gracias a la acción de las inundaciones periódicas. Estas ideas fueron desarrolladas y ensambladas en lo que se conoce como el concepto del ‘pulso de inundación’ (Junk, *et al.* 1989, Junk & Wantzen 2004). El pulso es generado por la inundación periódica, seguida de una fase de sequía. Este concepto define la planicie de inundación como la zona de transición acuático-terrestre, ya que ésta alterna entre estos dos tipos de ambientes. El borde interno de la fase acuática que atraviesa la planicie a medida que avanza la inundación fue denominado el litoral móvil por Junk, *et al.* (1989). Estos autores también resaltan que el río y su planicie de inundación forman una unidad que no debe ser analizada separadamente. Formalmente, este concepto subraya la importancia de la conectividad hidrológica lateral entre el canal principal del río y su planicie de inundación y la gran variedad de cuerpos de agua existentes, en donde el intercambio de materia orgánica entre la planicie de inundación, lagunas, caños y ríos durante los pulsos de inundación contribuye en gran medida a sustentar la alta productividad biológica de las zonas inundables. Esta conectividad lateral, la cual cambia estacionalmente, origina una variabilidad espacio-temporal importante reflejada por la

presencia de parches o hábitats que se interrelacionan en grados variables siguiendo el concepto de ‘mosaico de hábitats cambiantes’ (Stanford, *et al.* 2005).

La presencia de un régimen hidrológico natural, es primordial para la integridad del río y de la vida que existe en él. Los cambios predecibles y cíclicos en el caudal están acompañados de variaciones en las condiciones fisicoquímicas del agua y del hábitat físico, los cuales pueden afectar a la biota y los procesos ecológicos a diferentes escalas (Montoya, *et al.* 2011). Estos regímenes hidrológicos son responsables de la renovación de hábitats, de sustentar la variabilidad estacional en los procesos de productividad primaria y ciclaje de nutrientes, de proveer y asegurar las señales ambientales que son necesarias para el éxito reproductivo y de reclutamiento (persistencia en el tiempo) de los organismos y del mantenimiento de la variabilidad espacio-temporal entre cuerpos de agua en el ecosistema (Montoya, *et al.* 2011).

La estacionalidad hidrológica produce variaciones en los procesos de productividad primaria, descomposición y ciclaje de nutrientes de los cuerpos lénticos del plano de inundación. Por ejemplo, una mayor turbidez y concentración de nutrientes se observa al inicio de la inundación, lo cual favorece el crecimiento de las macrófitas flotantes y del fitoplancton (Hamilton & Lewis 1990). A medida que avanza la inundación, las concentraciones de nutrientes disminuyen, probablemente por la asimilación de los autótrofos, especialmente de las macrófitas. Cuando la inundación retrocede y la extensión de las lagunas disminuye, las macrófitas mueren y se acumulan en las orillas. Es durante la siguiente temporada de inundación, cuando la materia orgánica acumulada iniciará su descomposición, la cual estará acompañada por una disminución en el oxígeno disuelto de la columna de agua (Lewis, *et al.* 2000). Así, los nutrientes asimilados por las macrófitas son retenidos en el plano de inundación. A diferencia de las macrófitas, el fitoplancton alcanza la mayor biomasa durante la temporada de sequía, cuando las lagunas están aisladas del cauce principal del río y por lo tanto el tiempo de retención del agua en el plano de inundación es mayor. El aumento de la biomasa del fitoplancton durante este periodo está acompañado por disminución en las concentraciones de nutrientes y alta turbidez orgánica (Lewis, *et al.* 2000).

Una variación natural en el caudal también es fundamental para soportar la vasta variabilidad de historias de vida y procesos de los organismos adaptados a estos ecosistemas (Montoya, *et al.* 2011). Desde bacterias hasta mamíferos acuáticos, los seres vivos que ocupan los hábitats de grandes ríos con planicies inundables dependen de los regímenes hidrológicos naturales de estos ecosistemas (Junk, *et al.* 1989, Bayley 1995).

Los efectos de la estacionalidad hidrológica han sido observados con mayor énfasis en peces de las planicies de inundación (Winemiller 1990, Rodríguez & Lewis 1994, Winemiller, *et al.* 2006). Para los peces que habitan grandes ríos con planicies inundables, una dinámica hidrológica natural es fundamental para el mantenimiento de sus poblaciones, ya que las variaciones en caudal proveen señales ambientales que modulan el éxito reproductivo y de reclutamiento en las especies (Novoa, 2002). Se asume que la gran diversidad de historias de vida, modos de alimentación y usos de hábitat entre las especies de peces en un ambiente altamente heterogéneo y temporalmente cambiante, haya permitido la coexistencia de un gran número de especies (Winemiller 1990, Novoa 2002).

Los ciclos reproductivos de varias especies de peces están influenciados fuertemente por los cambios estacionales originados por las lluvias e inundación (Winemiller 1989, 2004). Para estos peces, donde la reproducción ocurre en sincronía con el comienzo de las lluvias es de vital importancia que exista un acceso seguro a las zonas de inundación para un reclutamiento exitoso. Una vez que la inundación termina y los espacios acuáticos empiezan a desconectarse, los peces que utilizaron las zonas inundadas como refugio y sitios de alimentación pasan al canal principal para comenzar con las migraciones aguas arriba, que pueden prolongarse por meses (Novoa, 2002).

2.5 Régimen Hidrológico del río Madera y tributarios

El río Madera es el principal afluente del río Amazonas tanto por su caudal como por su longitud. Es el único afluente de la margen derecha del Amazonas que nace en la Cordillera de Los Andes (Fig. 4). Tres de los cuatro grandes ríos formadores del Madera (Beni, Madre

de Dios, Mamoré) nacen en esa cordillera a más de 4 500 msnm. El cuarto (río Iténez o Guaporé) nace en el Escudo Precámbrico (Molina & Vauchel 2011).

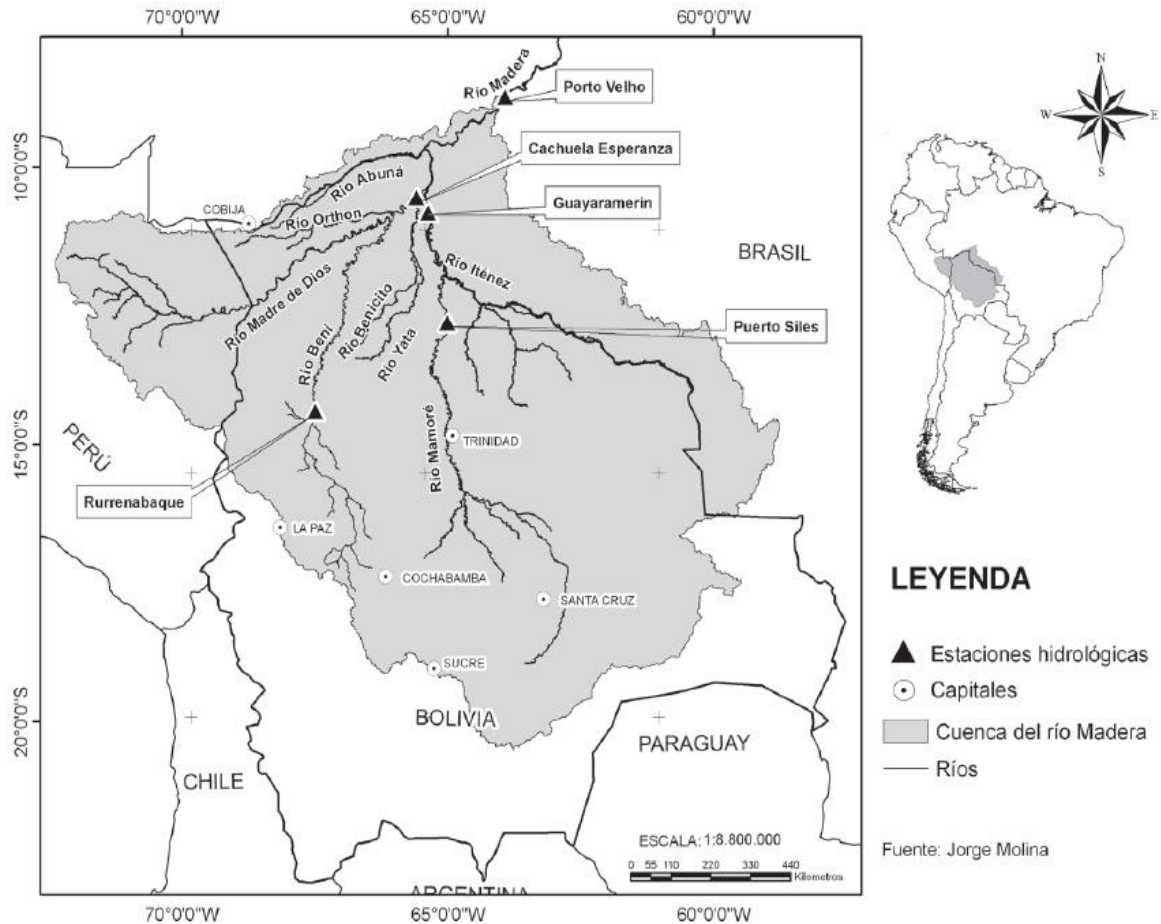


Figura 4. Cuenca del río Madera y tributarios principales. Se muestra la estación hidrológica Cachuela Esperanza sobre el río Beni, la estación hidrológica Guayaramerín sobre el río Mamoré, y la estación hidrológica Porto Velho sobre el río Madera.

(Fuente: Jorge Molina & Philippe Vauchel 2011).

El río Madera toma ese nombre donde los ríos Beni y Mamoré se unen, en las proximidades de la población de Villa Bella. Se acostumbra denominar Alto Madera al curso del río aguas arriba de esa población y Bajo Madera al curso aguas debajo de Porto Velho. Entre los dos se encuentra el tramo de cachuelas (cascadas de baja altura) y rápidos donde se proyecta construir represas hidroeléctricas en territorio boliviano (Molina & Vauchel 2011).

La superficie de la cuenca del río Madera hasta Porto Velho ha sido estimada en 988.000 km² por FURNAS-ODEBRECHT (2004) y en 1.002.000 km² por Vauchel (2008). La superficie de la cuenca del río Beni se estima en 283.000 km² y la del río Mamoré en Guayaramerín en 620.000 km². La cuenca del Madera ocupa 66% del territorio boliviano y por ella fluye más del 95% del caudal de los ríos bolivianos. Dentro de la cuenca se encuentran las tres principales ciudades del país (Cochabamba, Santa Cruz, La Paz). Aproximadamente 75% de la población boliviana vive en la cuenca alta del río Madera (Van Damme, *et al.* 2011a).

2.5.1 Precipitación en la Cuenca del río Madera

El régimen de lluvias en toda la cuenca del río Madera es de tipo tropical monomodal, con una estación húmeda, correspondiente al verano austral y una seca (invierno austral). Según Molina & Vauchel (2011), ese régimen se explica por el modelo de circulación atmosférica, con las siguientes características:

1. Los dos sistemas de alta presión (anticiclones) del Atlántico y del Pacífico Sur. Entre estos dos sistemas se forma una zona de baja presión cerca del Ecuador, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Las diferencias de presiones combinada con la rotación de la tierra se combinan para producir los vientos alisios, que traen la mayor parte de la humedad y las lluvias desde el este (Amazonía y Atlántico). La cordillera de Los Andes actúa como una barrera y desvía los alisios de baja altitud, por lo que los sectores al oeste de la cadena montañosa reciben mucha menos lluvia que la planicie amazónica y los valles orientales.
2. La ZCIT se desplaza durante el año, situándose más o menos en el lugar que recibe más radiación solar. Durante el verano austral, la ZCIT oscila sobre la Amazonía boliviana, donde su notable inflexión hacia el Sur extiende ampliamente las bajas presiones tropicales. Al mismo tiempo se forma sobre el Altiplano a gran altitud (la troposfera) un sistema de alta presión, conocido como la Alta de Bolivia. Tiene lugar entonces la estación lluviosa. La oscilación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se desplaza durante el año,

situándose más o menos en el lugar que recibe más radiación solar. Durante el invierno austral, la ZCIT alcanza las Antillas y los anticiclones meridionales retornan a sus latitudes más septentrionales. La estación seca se caracteriza por una mayor estabilidad del aire y una menor disponibilidad de vapor de agua.

3. Sobrepuesto a ese mecanismo regional, existen otros mecanismos macroclimáticos: las advecciones frontales frías y las variaciones térmicas del Pacífico (eventos de El Niño y de La Niña), cuya influencia sobre la precipitación varía de una zona a otra de la cuenca.

El flujo de vapor precipitable sigue la dirección de los vientos alisios, que son fuertemente influenciados por la Cordillera de Los Andes. Esta gran barrera orográfica produce varios efectos regionales locales: el de valle interno o “sombra de lluvia”, las lluvias convectivas locales, las inversiones térmicas y los efectos asociados a la exposición topográfica. Producto de todo eso, en la zona andina de la cuenca del Madera se presenta la máxima variabilidad espacial y se registran los máximos y mínimos de precipitación (Fig. 5).

La cuenca del río Madera presenta dos núcleos donde la precipitación alcanza valores máximos de 6.000 mm año⁻¹: uno en la región del Chapare en Bolivia, entre los 200 y 600 msnm, y el otro en el Alto Madre de Dios en Perú, entre los 500 y 1.000 msnm, ambos ubicados en el piedemonte de la Cordillera Andina. Sin embargo, la disección y gran variedad topográfica provoca varios máximos a diferentes altitudes, como la región del bosque nublado altoandino, donde se registran precipitaciones del orden de 3.000 a 4.000 mm año⁻¹. En los valles andinos en “sombra de lluvia”, es decir al suroeste de la cadena montañosa, se registran los valores mínimos, que alcanzan los 300 mm año⁻¹ al sureste de La Paz en la cuenca del río Beni y los 400 mm año⁻¹ en sectores de la cuenca del río Grande, afluente del río Mamoré. En contraste, la variación espacial en la parte de la llanura amazónica de la cuenca del Madera es mucho más modesta: entre 1.500 y 2.500 mm año⁻¹ (Molina & Vauchel 2011).

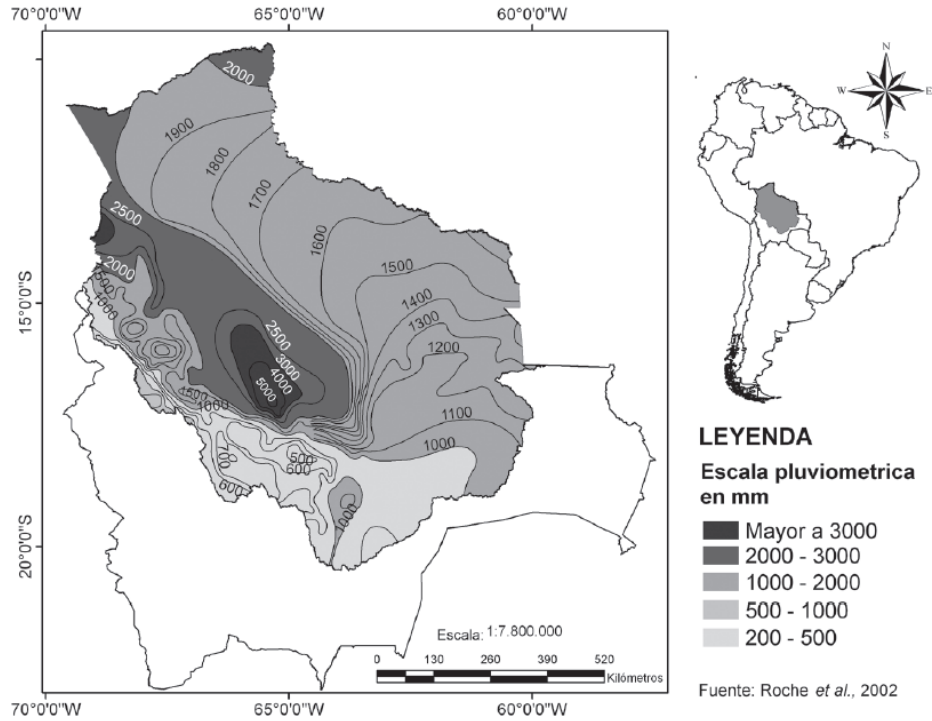


Figura 5. Precipitaciones en la cuenca alta del río Madera (Amazonía boliviana)
(Fuente: Modificado de Roche *et al.* 2002).

2.5.2 Caudal en la Cuenca del río Madera

El régimen hidrológico de todos los ríos de la cuenca del Madera es monomodal, con una estación húmeda y una estación seca bien marcadas, siguiendo el régimen de precipitaciones. Sin embargo, los regímenes hidrológicos de los ríos Beni y Mamoré muestran diferencias marcadas, como se observa en la Fig. 6, que muestra los hidrogramas (gráfico de caudales) diarios durante los dos años hidrológicos 2005-2007. El río Beni tiene un hidrograma con varios picos (crecidas) anuales. El caudal máximo mensual se produce en promedio en febrero. En cambio, el río Mamoré presenta un hidrograma más suavizado, con un solo máximo anual bien marcado entre marzo y mayo (abril es el mes más frecuente) (Molina & Vauchel 2011).

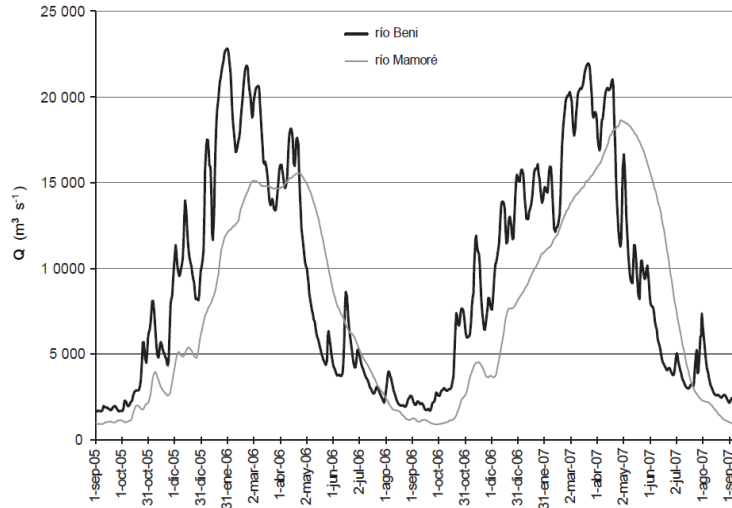


Figura 6. Hidrogramas de los ríos Beni y Mamoré del 2005-2007
(Fuente: Molina & Vauchel 2011).

La principal causa de esas diferencias es la presencia de una gran llanura de inundación interior en la cuenca del río Mamoré, cuya superficie se estima en alrededor de 100.000 km² (Bourrel & Pouilly 2004, Crespo & Van Damme 2011). Esa llanura regula y retrasa el flujo proveniente de la parte alta de la cuenca. En cambio, el flujo del río Beni, cuya llanura de inundación es relativamente pequeña, no goza de ese efecto regulador. Tanto el río Beni como su principal afluente, el río Madre de Dios, presentan hidrogramas que reflejan su origen andino y velocidades de flujo que son más altas que las del río Mamoré (Molina & Vauchel 2011).

2.6 Cuenca Amazónica Boliviana

En Bolivia, la Cuenca Amazónica ocupa una superficie de 724.000 Km² y representa en Bolivia el 65,4% de la superficie del país (SNHN 2007); entre sus cuencas más importantes en el territorio boliviano se tienen: Madre de Dios, Beni, Mamoré, Iténez, los cuales son navegables y presentan un alto potencial para la pesca (Molina & Vauchel 2011). La Cuenca Amazónica de Bolivia involucra a 6 departamentos del país, 236 municipios y a 32 pueblos indígenas de los 36 existentes en Bolivia. Los departamentos que forman parte de la Cuenca

Amazónica en Bolivia son: Pando, La Paz, Beni, Oruro, Cochabamba, Santa Cruz, Potosí y Chuquisaca (Montes de Oca 2001).

Con excepción del río Acre, la Cuenca Amazónica de Bolivia forma parte de la cuenca alta del río Madera, que se origina de la confluencia de los ríos Beni y Mamoré, cerca de la población de Villa Bella, en el límite norte interdepartamental entre Beni y Pando (Crespo & Van Damme 2011) y por debajo de la cadena montañosa de los Andes, esta cuenca forma una extensa llanura en el departamento del Beni (Roche, *et al.* 2002). La llanura Amazónica del departamento del Beni está circunscrita por dos regiones geológicas: la Subandina drenada por los ríos Beni y Mamoré, y la Precámbrica drenada por el río Iténez o Guaporé, formando las tierras onduladas en su parte septentrional (Crespo & Van Damme 2011).

La mayoría de los ríos amazónicos de Bolivia son de tipo meandriforme, caracterizados por su lecho inestable (Charriere, *et al.* 2004). Sin embargo, si se compara los 3 tributarios más importantes del río Madera (Mamoré, Beni, Iténez), se pueden apreciar diferencias marcadas (Fig. 7). El río Mamoré es un río de aguas blancas que tiene una planicie de inundación amplia atravesada por lagunas fluviales que son antiguos meandros abandonados por el río y por lagunas que se han formado en depresiones tectónicas (Ibáñez & Pouilly 2004). El río Beni, por otra parte, es un río de aguas blancas que posee una planicie de inundación más estrecha que la del río Mamoré (Navarro & Maldonado 2002). El río Iténez, en contraste con los dos otros tributarios, es un río de aguas claras con bajas tasas de transporte de sedimentos y se caracteriza por la presencia de meandros antiguos que siguen conectados con el canal principal. Por lo tanto, se puede concluir que existe una gran heterogeneidad, cada río con su planicie de inundación siendo moldeado por un conjunto de factores geológicos, geomorfológicos e hidrológicos (Crespo & Van Damme 2011).

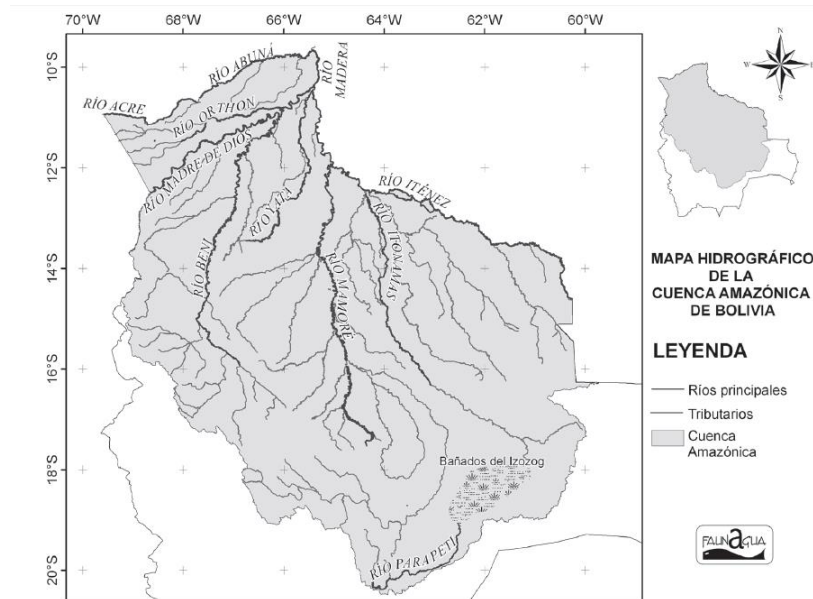


Figura 7. Mapa Hidrográfico de la Cuenca Amazónica de Bolivia (Fuente: Molina & Vauchel 2011).

Los regímenes hidrológicos observados en los ríos de la cuenca amazónica boliviana son de tipo fluvial tropical, caracterizados por una alternancia marcada entre aguas bajas y altas (Bourrel & Pouilly 2004). En los Andes, los hidrogramas se muestran irregulares con múltiples crecidas impredecibles. Río abajo y después de la convergencia de los ríos andinos, los ríos amazónicos presentan grandes inundaciones periódicas anuales (Navarro & Maldonado 2002), cuya extensión y duración incide en la forma de los hidrogramas (Molina & Vauchel 2011).

La heterogeneidad estructural y la complejidad geomorfológica de la Amazonía boliviana constituyen el escenario para la alta diversidad de peces, considerada como una de las más altas en la macrocuenca amazónica (Carvajal-Vallejos & Zeballos-Fernández 2011). Los sistemas acuáticos amazónicos son un mosaico de ríos, arroyos, lagunas y zonas de inundación (Navarro & Maldonado 2002). La alta heterogeneidad espacial, en combinación con la dinámica temporal ejemplificada en el pulso de inundación, es responsable para la alta productividad primaria y secundaria de estos sistemas (Junk, *et al.* 1989) e influye en su funcionamiento ecológico.

2.7 Diversidad ictiológica cuenca Amazónica

Los peces representan más de la mitad del total de las especies de vertebrados acuáticos conocidos (Nelson, 1994). América del Sur posee una gran variedad de especies de peces, con aproximadamente 6,000 especies de peces conjuntamente con América central (Reis *et al.* 2004, Hubert & Renno 2006); es conocido que la Amazonía alberga una mega diversidad íctica, a su vez los estudios realizados sobre las especies amazónicas son escasos, limitando el conocimiento real de las interacciones entre especies; y con su ambiente, además de una reducida capacidad para predecir lo que va a ocurrir, si la composición de especies de un ecosistema es alterada (Wosnitza-Mendo 1998, Durán 2016).

El clima, juega un papel importante en los procesos de dispersión y factores como la cantidad de precipitación y la reproducción, la alimentación, crecimiento y temperatura, ligada con la altitud se constituye en los principales componentes que enmarcan los ecosistemas dulceacuícolas tropicales (Ramírez & Viña 1998, Durán 2016).

La Amazonía es un importante espacio natural en el contexto mundial. Su extensión abarca dos terceras partes de la superficie total de las selvas tropicales del mundo, y en ella habitan más de la mitad de las especies conocidas del planeta (Boero 1993). Desde el punto de vista económico, la diversidad biológica representa un valor agregado de gran trascendencia, y a pesar de que no se ha calculado su valor monetario, es utilizada como banco natural y de recursos genéticos a través del manejo milenario de la biodiversidad por parte de las comunidades indígenas (BIODAMAZ 2001, Durán 2016).

2.8 La ictiofauna amazónica boliviana

De acuerdo a su hidrografía, Bolivia pertenece a dos de las tres grandes cuencas de Sudamérica: Paraná y Amazonas. Además, incluye una parte importante de la Cuenca Endorreica del Altiplano (Montes de Oca 1997). Esto implica, desde el punto de vista biogeográfico, la existencia de una ictiofauna con elementos provenientes de estas tres regiones que en conjunto determinan una increíble biodiversidad (Carvajal-Vallejos &

Zeballos-Fernández 2011). De acuerdo a los datos más recientes Bolivia, con más de 900 especies de peces conocidas (Sarmiento *et al.* 2014), representa el quinto país de mayor riqueza ictiológica de Sudamérica, precedida en orden decreciente por Brasil, Venezuela Perú y Colombia. Sin embargo, estudios recientes sobre la biodiversidad íctica boliviana indican que todavía se está muy lejos de alcanzar una estimación real de ésta (Sarmiento *et al.* 2014).

El conocimiento de la diversidad de los peces bolivianos se ha incrementado notablemente en los últimos 20 años, pero aún parece insuficiente para generar una línea base de referencia para su conservación. Los peces permanecen como el grupo de vertebrados menos conocido de Bolivia, y ejemplifican el escaso conocimiento que se tiene sobre la diversidad de organismos acuáticos en el país. Pocos trabajos han logrado generar listas de especies para Bolivia en base a colectas y registros bibliográficos (Carvajal-Vallejos & Zeballos-Fernández 2011). Los trabajos más importantes a nivel nacional fueron realizados por Fowler (1940), Terrazas Urquidi (1970), Lauzanne *et al.* (1991), Sarmiento & Barrera (2004) y Sarmiento *et al.* (2014). Estos últimos autores presentaron la lista más completa con la que se cuenta hasta la actualidad, pero el documento carece de información concerniente a la correspondencia de los registros identificados con los sistemas acuáticos donde se encuentran las especies.

Cronológicamente, los trabajos más sobresalientes sobre los peces bolivianos comenzaron con la publicación de Pearson (1924) sobre la cuenca del río Beni, donde se describió varias especies nuevas y compuso una lista de peces colectados a lo largo de la cuenca del río Beni, y algunas localidades de la cuenca del río Mamoré, en un gradiente altitudinal desde los Andes hasta las tierras bajas. Posteriormente, Pearson (1937) publicó una lista de especies presentes en las cuencas de los ríos Beni-Mamoré y Paraguay, con comentarios interesantes sobre el origen de la fauna en este último sistema. Años más tarde, Fowler (1940, 1943) presentó la descripción de varias especies nuevas colectadas en la cuenca de los ríos Chapare y Chimoré, con una lista parcial adicional de los peces de Bolivia en base a material depositado en museos y registros documentados.

Después de este primer periodo, el conocimiento de los peces bolivianos entró en un receso de casi 40 años, posiblemente debido a la crisis política que atravesaba el país en aquel

entonces. A finales de los ochenta y principios de los noventa, Lauzanne & Loubens (1985) y Lauzanne *et al.* (1991) elaboraron por primera vez una guía de identificación y la lista más completa de especies de peces presentes en la Cuenca Amazónica Boliviana, en base a material colectado en la cuenca del río Mamoré, principalmente. Estos últimos autores encontraron que la Amazonía boliviana (incluyendo el piedemonte del río Chapare) albergaba por lo menos 389 especies, y que existía cierto grado de similitud y algunas diferencias notorias entre la ictiofauna de los principales sistemas que recorrían este territorio (Madre de Dios, Mamoré e Iténez), de manera similar a lo observado por Pearson (1937). Preliminarmente, los resultados mostraron la presencia de 101, 327 y 163 especies de peces en los ríos Madre de Dios, Mamoré e Iténez, con 16 y 50 registros exclusivos para los ríos Madre de Dios e Iténez, respectivamente.

A finales de la década pasada, los trabajos de Sarmiento (1998), Chernoff *et al.* (1999, 2000) y Lasso *et al.* (1999) añadieron 21, 91 y 3 nuevos registros a la lista de Lauzanne *et al.* (1991) para la Amazonía boliviana, llegando a contabilizar un total aproximado de 504 especies para toda la cuenca. Sin embargo, los análisis e interpretaciones que Chernoff *et al.* (1999, 2000) realizaron sobre colectas obtenidas al norte del país sugerían que la cifra total de especies para esta cuenca podría ser mayor. La prospección rápida de una fracción poco explorada de la cuenca alta del río Orthon (cuenca Madre de Dios-Beni) reveló la existencia de un número elevado de especies (313) en esta área, constituido por varios nuevos registros para el país (91) y especies no descritas hasta entonces. Este trabajo inyectó información novedosa al conocimiento de los peces amazónicos de Bolivia y produjo cambios en la percepción de su riqueza. Sarmiento *et al.* (2014) elaboró un listado de las especies de peces de Bolivia resultado de una compilación de informaciones sobre una centena de especies de peces, entre las más conocidas o notables, incluyendo fotos, informaciones sobre sus rasgos biológicos y mapas de distribución. Finalmente, Lizarro *et al.* (2014) presenta la lista parcial de especies de peces de los ríos Manuripi, Orthon y Tahuamanu de la subcuenca del río Orthon indicando que la diversidad de peces en estos ríos se encuentra compuesta de unas 206 especies sin tomar en cuenta colectas de especies pequeñas con mallas de arrastre. Después de estas contribuciones, no se hizo disponible hasta la fecha ninguna otra con actualizaciones y

evaluaciones generales relativas al estado del conocimiento de la diversidad de los peces en la Amazonía boliviana a partir de nuevas colectas o información en la literatura.

En conjunto, los peces que habitan la Amazonía boliviana juegan un papel importante en el funcionamiento de las comunidades acuáticas (p.e. Pouilly *et al.* 2004, Rejas *et al.* 2004, Rejas *et al.* 2005), y varios de ellos son aprovechados como recurso alimenticio en distintas ciudades y comunidades del país (p.e. Pérez 2001, Van Damme *et al.* 2005, Paz & Van Damme 2008).

La ictiofauna Amazónica boliviana está compuesta en su mayoría por peces de los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Osteoglossiformes (Fig. 8) que constituyen importantes grupos de peces que desempeñan un rol particular como componentes de los desembarques en los principales puertos de la Amazonía (Goulding 1980). Entre las especies más explotadas comercialmente en toda la Amazonía, algunas se destacan por su gran importancia económica, tales como *Arapaima gigas* (Paiche), *Colossoma macropomun* (Pacú), *Prochilodus nigricans* (Sábalo), *Cichla pleiozona* (Tucunaré), *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dorado), *Pseudoplatystoma fasciatum* (Surubí), *P. tigrinum* (Chuncuina). Dentro de estas, las especies migratorias son las que dominan el desembarque de peces en la mayoría de los puertos de la Amazonía (Goulding 1980, Carvajal-Vallejos *et al.* 2014).

Los avances en el conocimiento de los peces pueden permitirnos una continua re-evaluación de sus poblaciones, además de generar bases útiles para la toma de decisiones sobre su conservación, en la medida en que las amenazas actuales o futuras se tornan más intensas y frecuentes. Se ha visto que la destrucción del hábitat (p.e. Van Damme 2001), la pesca (p.e. Nuñez *et al.* 2006), la contaminación de las aguas (p.e. Pérez *et al.* 2008), la construcción de represas (p.e. Mendes dos Santos 2008, MRE-MMAyA, 2014) y la introducción de especies exóticas (p.e. Van Damme & Carvajal 2005) en algunas zonas de la cuenca pueden tener efectos negativos sobre las comunidades o poblaciones naturales.



Figura 8. Principales Órdenes de la ictiofauna Amazónica boliviana: **A.** Characiformes (*Colossoma macropomum*), **B.** Siluriformes (*Pseudoplatystoma fasciatum*), **C.** Perciformes (*Cichla pleiozona*) y **D.** Osteoglossiformes (*Arapaima gigas*) (Fotos: Carvajal-Vallejos 2015, Noza 2016, Pierre 2016, Kirk 2007).

2.9 Ictiofauna del departamento de Pando

El departamento de Pando, pertenece a la hidroecoregión de las llanuras aluviales de tierras bajas, hidrográficamente pertenece a las subcuencas de los ríos Orthon, Acre, Abuná Tahuamanu, Manuripi, Madre de Dios, Beni y Madera. (Navarro & Maldonado 2002). Las nacientes de este sistema de drenaje pueden provenir de la cordillera andina y dan origen a ríos de aguas blancas como el Orthon y Madre de Dios, o de las alturas de tierras firmes dando origen a ríos de aguas negras como el río Manuripi (Chernoff & Willink 1999).

Se han realizados varios estudios intensivos en la cuenca de los ríos Manuripi, Tahuamanu y Orthon (cuenca alta del río Madera) donde se registraron 370 especies, los cuales incluyeron un número importante de nuevos registros para Bolivia (Chernoff & Willink 1999, Yunoki, *et al.* 2013, Lizarro *et al.* 2014); para el río Abuná se registraron 162 especies (Capobianco 2015), el río Acre-Pando (cuenca alta del río Purús) tiene un registro de 57 especies (Calderón

2010) y la menor riqueza de especies identificadas se registró en la subcuenca del Arroyo Bahía (tributario del mismo río Acre) con 30 especies de peces (Calderón *et al.* 2006).

El conocimiento de la ictiofauna en el departamento de Pando progresó en los últimos años, puesto que alberga el 63 % y el 49 % de todas las especies de peces conocidas que habitan la Amazonia boliviana y Bolivia, respectivamente (Chernoff & Willink 1999, Chernoff *et al.* 2000, Lizarro *et al.* 2014); actualmente se puede estimar que la ictiofauna pandina se encuentra constituida por más de 500 especies de peces (Calderón & Capobianco 2017).

2.10 La pesca de subsistencia o autoconsumo en la Amazonia boliviana

La pesca es una de las actividades económicas y culturales de mayor importancia entre las comunidades amazónicas por los beneficios que ella representa en la nutrición de los núcleos familiares de indígenas y campesinas. Así mismo, constituye una fuente de ingresos monetarios por la venta de peces para consumo en los mercados locales y nacionales (Chicchón 2000, Argote *et al.* 2014). En Bolivia, la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables (Ley No. 938) reconoce cinco tipos de pesca y está clasificada según el uso de diversos métodos y herramientas en: a) pesca de subsistencia, b) pesca artesanal, c) pesca comercial o industrial, d) pesca deportiva, y e) pesca científica o experimental (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011).

La pesca de subsistencia es una actividad realizada por las poblaciones asentadas en las riberas de los ríos, explota una variedad importante de especies, empleando métodos rudimentarios y precarios de pesca, combinándola con otras labores para satisfacer necesidades vitales (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011, Argote *et al.* 2014); cuando ésta es de autoconsumo el pescador utiliza una parte del día para hacerlo y consume con su familia o con su comunidad el producto colectado, razón por la cual no es prioritario establecer límites para esta actividad, mientras que para la pesca comercial el tiempo es completo, el esfuerzo realizado es mayor para lograr que el volumen de la captura sea mayor y genere mejores ingresos (Rodríguez, 2010).

Según Espinoza-Antezana & Van Damme (2020) registraron para en la Amazonia boliviana un alrededor de 56.000 pescadores de subsistencia (familias) que dependen de la actividad para su alimentación, donde exploran 128 especies con ocho órdenes, 25 familias y 94 géneros. Los órdenes más representativos fueron los Characiformes, Siluriformes y Cichliformes, las familias con mayor importancia fueron Pimelodidae, Characidae, Serrasalminidae, Loricariidae y Cichlidae; además de los géneros *Serrasalmus*, *Leporinus*, *Acestrorhynchus* y *Brachyplatystoma* (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Argote *et al.* (2014) menciona que más del 80% de los hogares rurales (incluyendo comunidades de la TCO TIM II) consumen pescado obtenido diariamente mediante la pesca de subsistencia.

2.11 Las represas hidroeléctricas sobre el río Madera

En la cuenca del Madera de la Amazonia brasileña existe en la actualidad una represa hidroeléctrica (Samuel) en funcionamiento sobre el río Jacarí, que es un río que desemboca al río Madera abajo de la ciudad de Porto Velho. Río arriba de esta población sobre el río Madera se encuentra en funcionamiento, la represa Santo Antonio y la represa Jirau, a aproximadamente 80 km de la frontera con Bolivia (Fig. 9). Las dos represas hidroeléctricas sobre el río Madera aprovechan la caída hidráulica natural generada por la presencia de una serie de cachuelas entre Porto Velho y la frontera con Bolivia. Estas cachuelas han sido inundadas por los embalses creados por las represas (MRE & MMAyA, 2014).

La construcción de la represa hidroeléctrica Santo Antonio se inició en septiembre 2008 y en marzo de 2012 se inició la etapa de operación. En noviembre 2013 se producía energía con 16 turbinas de tipo bulbo y de una potencia de 1 140 MW. A la conclusión de la etapa constructiva, planificada para noviembre 2016, la potencia total será de 3 568 MW mediante el funcionamiento de 50 turbinas. Además, también dispone de dos vertederos con un total de 18 puertas, permitiendo el paso de 84 000 m³ de agua por segundo, y un Sistema de Transpaso de Peces (STP), que debería permitir, según los estudios brasileños, el paso río arriba de las especies migratorias (MRE & MMAyA, 2014).

La represa hidroeléctrica Jirau, tiene una capacidad instalada de 3 750 MW y genera en promedio 2 185 MW. La represa crea un reservorio (embalse) con una superficie variante a lo largo del año entre 31 km² y 108 km². En total, tiene 50 turbinas de tipo bulbo (organizadas en dos sets de 28 y 22 turbinas), y un vertedero con 18 puertas, con una capacidad de caudal de 82 600 m³/s. Aún no se ha previsto la construcción de un Sistema de Traspaso de Peces (MRE & MMAyA 2014).

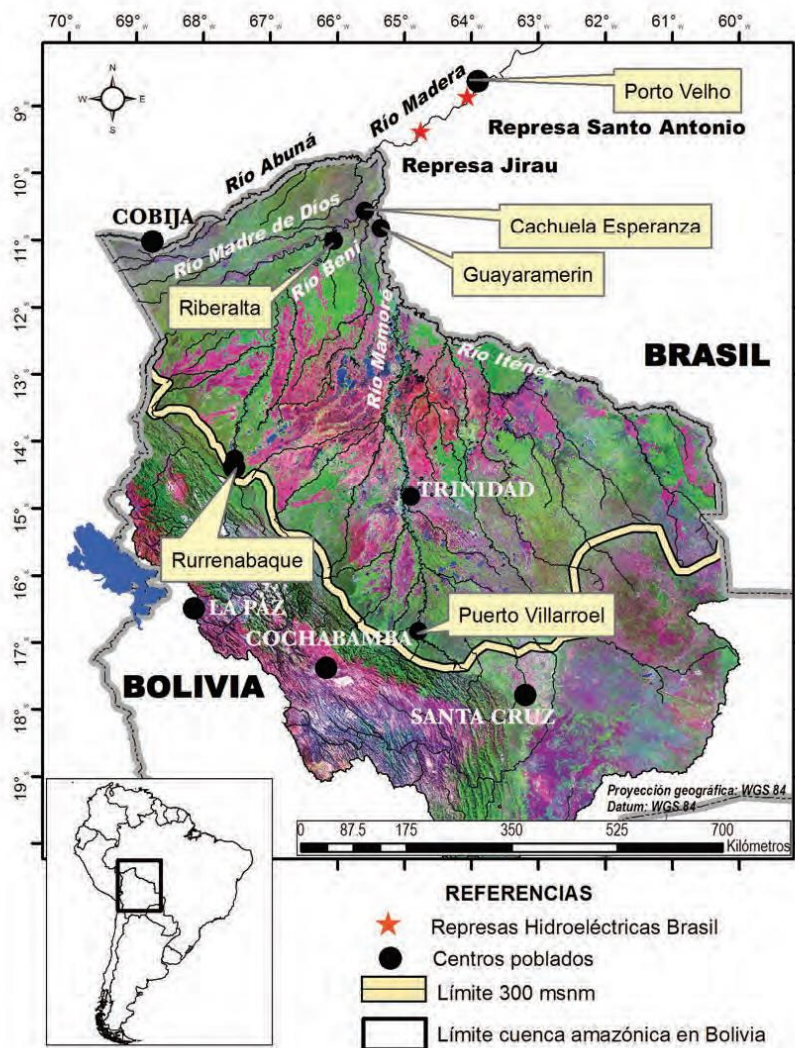


Figura 9. Ubicación de las represas hidroeléctricas Santo Antonio y Jirau en la cuenca media del río Madera (Brasil) (Fuente: MRE & MMAyA 2014).

2.12 Efectos de las represas hidroeléctricas en los peces y ecosistemas

La creciente demanda de energía asociada al desarrollo económico y el crecimiento demográfico, ha llevado a estrategias que priorizan la expansión de la producción de energía eléctrica (Oviedo-Ocaña 2018). Las represas hidroeléctricas afectan el funcionamiento de los principales ríos de América del Sur (Agostinho *et al.* 2016), lo que genera una serie de impactos negativos sobre la biodiversidad, especialmente a los peces (Pringle *et al.* 2000). No obstante, los impactos sociales y ambientales de la construcción de presas, así como los efectos en la salud de la población han sido reconocidos desde hace mucho tiempo (Lerer & Scudder 1999, Santos *et al.* 2017).

La retención de agua en los reservorios modifica el régimen hidrológico e hidráulico de las corrientes de agua, de lotico (aguas fluviales) a lentic (aguas superficiales de muy bajo flujo como los lagos), afectando los procesos de escorrentía, de transporte de sedimentos y cambiando la geomorfología de los ríos antes y después de las estructuras. La descomposición de la materia orgánica en los embalses puede promover la generación de gases de efecto invernadero (GEI) como el metano (se estima que las represas son las responsables de 1.3% de las emisiones globales de GEI). Así mismo, la concentración de macronutrientes en aguas lentas, podría incrementar la producción de fitoplancton el cual reduce la concentración de oxígeno disuelto y la calidad del agua e incrementa la biomasa (fenómeno conocido como eutrofización). Adicionalmente, la presión del agua sobre el suelo podría alterar su estabilidad, generando deslizamientos o sismicidad inducida (Wang *et al.* 2012, Santos *et al.* 2017).

Estos cambios en las condiciones hidráulicas del agua afectan significativamente la diversidad biótica en ecosistemas ribereños. Generalmente, se produce la disminución de especies nativas y se promueve la diseminación anómala de especies exóticas más adaptadas a las condiciones lentas. Además, el represamiento de los ríos dificulta la libre circulación de especies migratorias causando la fragmentación del hábitat. La interrupción de la conectividad también reduce los sitios de desove, reproducción y sus hábitats, afectando la población diversa de fauna (Santos *et al.* 2017). La disminución en la concentración de

oxígeno disuelto causa la mortandad de peces y otras especies acuáticas. De igual manera, las inundaciones por el llenado del reservorio, generan una pérdida de flora ribereña, migración de especies de aves, reptiles y mamíferos, que pierden su hábitat y los espacios para la alimentación (Oviedo-Ocaña 2018).

La transformación de los ecosistemas genera afectaciones en la producción y modo de vida de las poblaciones humanas que deben ser desplazadas, no solo del espacio que será inundado sino de áreas aledañas. Las actividades de sustento como la pesca deben ser modificadas debido al impacto que tiene la infraestructura sobre la población de peces. Esto atenta contra la seguridad y autonomía alimentaria de las poblaciones, cuyos medios de sustento dependen cada vez más del mercado externo (Roa & Duarte 2013). Así mismo, debido al desplazamiento de la población, las nuevas áreas requeridas para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias implican transformaciones de la cobertura del suelo que conlleva una reducción significativa de los bosques primarios (Jiang *et al.* 2018).

Los impactos de los embalses en el ecosistema y en los medios de sustento, afectan la salud de la población. Acorde con Lerer y Scudder (1999), entre los potenciales impactos, se tienen: a) Enfermedades asociadas con el agua debido a la pérdida de fuentes hídricas (río o manantiales) las cuales pueden destruirse o secarse, o asociados a las nuevas condiciones de agua, saneamiento e higiene de poblaciones que han tenido que asentarse en otras áreas; b) Afectación de la seguridad alimentaria que podría influenciar negativamente la nutrición, especialmente de niños y otras personas vulnerables; c) Enfermedades de transmisión sexual asociadas al asentamiento temporal de personas durante la etapa de construcción de la infraestructura; d) Afectación psicológica asociada con la alta actividad sísmica generada por el represamiento de grandes volúmenes de agua, el riesgo de inundaciones en áreas ribereñas o debidos a la pérdida del paisaje y patrimonio natural que quedan sumergidos o perturbados por el embalse.

Una situación adicional asociada a este tipo de proyectos está relacionada con la estimación de la población afectada. En ocasiones, no se tiene en consideración que los impactos de las represas van más allá del área directamente inundada por el embalse (Fearnside 2016).

Generalmente, se incluye a la población que debe ser desplazada del área de inundación sin considerar a personas que habitan el área de influencia las cuales se encuentran en condiciones de vulnerabilidad debido a la operación de las hidroeléctricas o a aquellas a las que se le ha limitado el derecho a la autogestión del agua y a coexistir con las dinámicas naturales del río (Roa & Duarte 2013).

De otro lado, aunque las decisiones sobre la construcción de las represas tienen dimensiones técnicas que incluyen las evaluaciones de impacto social y ambiental de estas megaestructuras, experiencias documentadas por Fearnside (2016) muestran que existen presiones por actores con poderes financieros y políticos (incluidos los transnacionales) para la instalación de estos sistemas, que generan condiciones asimétricas en las negociaciones y decisiones. En algunos contextos, la toma de decisiones no favorece la participación real de las personas que serán directamente desplazadas de las áreas de influencia de este tipo de proyectos. Así mismo, las metodologías y prácticas para la estimación de los costos ambientales y sociales asociadas a estos proyectos tienen limitaciones y difícilmente capturan la magnitud de los impactos a diferentes escalas y niveles, y menos compensan de manera justa a los afectados directos de la implementación de este tipo de iniciativas, generalmente los más vulnerables y sin poder.

2.13 Riqueza y Abundancia de especies

Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza y abundancia de especies que la conforman. El término riqueza hace referencia al número de las especies que integran la comunidad, en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad (Begon *et al.* 2006). La riqueza y abundancia de especies son los componentes de la diversidad la cual nos permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en diferentes cuerpos de agua próximos o pertenecientes a la comunidad de Puerto Consuelo II del municipio Nueva Esperanza, perteneciente a la Provincia Federico Román (departamento de Pando, Bolivia) con una coordenada X-Este 215635 y Y-8834576 Norte, ubicado sobre el camino que conecta Cachuela Esperanza con el municipio de Nueva Esperanza, sobre el margen del río Beni. Tiene una topografía diversa, variando de plana a fuertemente ondulada, con amplias llanuras de inundación. Su clima es tropical húmedo y cálido con una temperatura media actual de 26°C (Fig. 10).

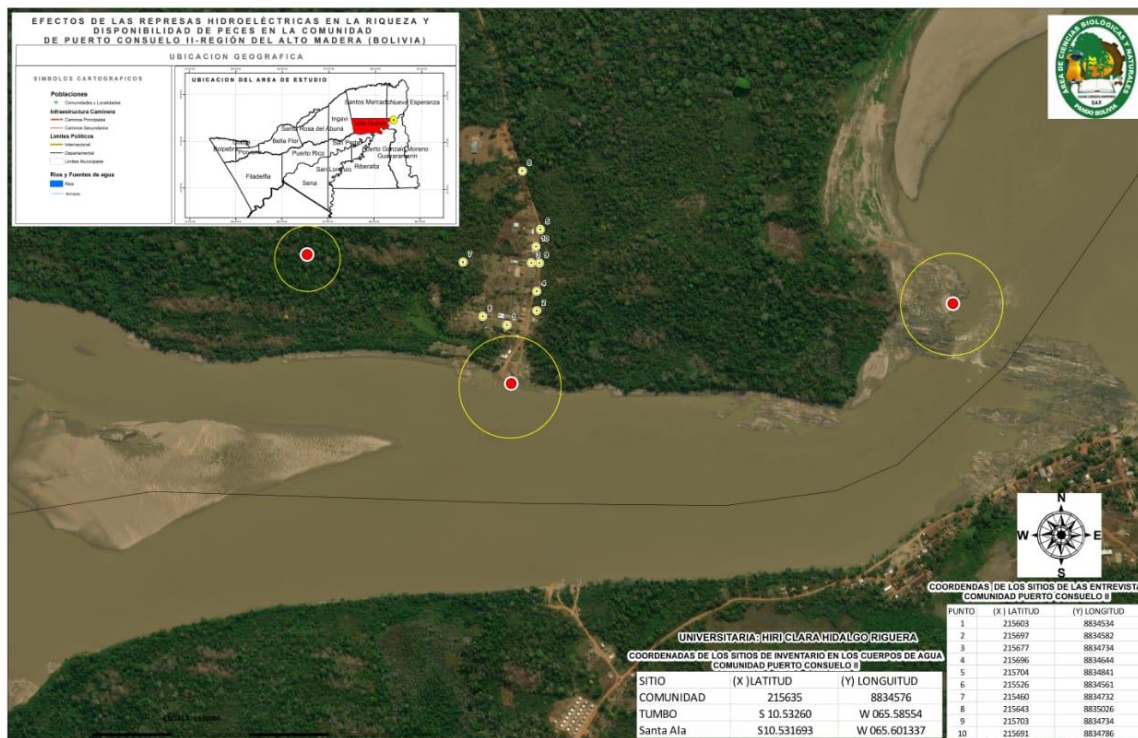


Figura 10. Mapa de ubicación de la comunidad Puerto Consuelo II, Alto Madera (Bolivia)

(Fuente: Elaboración propia 2020).

El río Beni es uno de los principales afluentes de la cuenca del río Madera, abarcando 122.380 km²; el 41% de la subcuenca del río Beni se encuentra sobre la Cordillera de los Andes de Bolivia y Perú (Alto Beni), y el resto se expande sobre la llanura amazónica (Bajo Beni). El río tiene aguas blancas, con una carga sedimentaria anual de 192 millones de toneladas para un caudal medio de 8.920 m³/s (Guyot *et al.* 1995). La cuenca baja del río Beni se encuentra caracterizada por la presencia de cachuelas, las cuales son grandes formaciones de roca emergentes en el cauce principal del río que corresponden a afloramientos del Escudo Precámbrico Brasileño (Fig. 11). Estas cachuelas cumplen un rol de barrera natural para muchas especies de peces y otros organismos estrictamente acuáticos (Tavera *et al.* 2011).



Figura 11. Formación de rocas o cachuela en inmediaciones de la comunidad Puerto Consuelo II (Foto: Hidalgo 2020).

3.2 Diseño y Métodos

El tipo de investigación que se utilice es de tipo cuantitativo y cualitativo, carácter descriptivo por lo cual nos permitió acceder a la información confiable, los métodos usados en la presente investigación fueron tratados de acuerdo a las características del área al estudio, la problemática presente, los objetivos y pregunta directriz planteados, se mantuvo el siguiente orden de ejecución de trabajo: Muestreos, Arte de captura de los peces, Procesamiento de los ejemplares capturados, identificación Taxonómica de los peces.

3.2.1 Muestreos

El presente trabajo tuvo muestreos tanto diurnos como nocturnos, los cuales se llevaron a cabo en la época seca (aguas bajas), que comprende el mes de septiembre (Fig.12), donde se realizó el proceso de pesca o captura de las diferentes especies de peces en los cuerpos de agua: En Rio Beni en el sitio Tumbo con una coordenada (S 10.53260, W 065.58554), Arroyos Santa Ala (S10.531693, W 065.601337) de la Comunidad de Puerto Consuelo II.



Figura 12. Muestreos durante la época de aguas bajas en la comunidad Puerto Consuelo II
(Fuente: Foto, Hidalgo 2020).

3.2.2 Arte de captura de los peces

Para la captura de cada uno de los individuos se utilizaron mallas de espera (agalleras) de diferentes rombos (40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 mm de longitud entre nudos), con 25 m de largo y 2,5 m de alto (Anexo 3). Para la captura de peces en el río Beni se utilizaron las mallas agalleras que fueron colocadas en lugares estratégicos cada uno ubicada a 100-200 metros de distancia en una posición perpendicular para su revisión con un tiempo de dos horas en la mañana de 6:00 a 8:00 y dos horas en la tarde de 17:30 a 19:30; estableciendo este periodo de tiempo para no sacrificar muchos peces ya que estos suelen morir cuando son capturados en las mallas (Fig. 13).



Figura 13. Método de captura de peces usando mallas de espera o agalleras

(Fuente: Foto, Hidalgo 2020).

Igualmente, se utilizó 3 tarrafas de diferentes rombos (20, 30,50 mm de longitud entre nudos) y 3 m de alto con 3 y 5 m de circunferencia; los cuales generalmente son utilizados en el río en lugares estratégicos para su lanzamiento y así capturar peces de tamaño mediano (Fig. 14).



Figura 14. Método de captura de peces usando tarrafa
(Fuente: Foto, Hidalgo 2020).

También, se trabajó con una malla de arrastre de 0,10 mm de abertura de rombo, de 10 m de largo y 2 m de alto, en diferentes sitios de muestrear arroyos y cuerpos de agua con bajo nivel de agua para capturar especies pequeñas (Fig. 15).



Figura 15. Método de captura de peces usando malla de arrastre
(Fuente: Foto, Hidalgo 2020).

3.2.3 Procesamiento de los ejemplares capturados

Una vez realizado el proceso de captura de peces, se sacaron las diferentes mallas del agua para posteriormente retirar cuidadosamente los peces, atrapados en cada malla, para no dañarlos. Seguidamente fueron separados por sus características morfológicas para contarlos, clasificarlos e identificarlos taxonómicamente (Fig. 16).

Inmediatamente después de la captura y para tener un registro de la coloración del ejemplar, se procedió a fotografiar a un ejemplar de cada especie. Se procuró que todas las aletas de los peces queden extendidas y siempre estar ubicados sobre su costado izquierdo.



Figura 16. Clasificación de peces en base a características morfológicas
(Fuente: Foto, Lizarro 2020).

3.2.4 Identificación taxonómica

Los ejemplares colectados y clasificados en cada muestreo fueron identificados taxonómicamente hasta el nivel de especie o el nivel superior posible, utilizando claves de identificación especializadas o descripciones originales de diferentes autores (Lauzanne & Loubens 1985, Britski *et al.* 1999, García *et al.* 2003, Kullander 2003, Galvis *et al.* 2006, García *et al.* 2006, Crampton *et al.* 2008, Queiroz *et al.* 2013, Sarmiento *et al.* 2014), estas incluyen revisiones a nivel de orden, familias, géneros y especies, basadas en trabajos publicados y también se realizó consulta a expertos que están desarrollando trabajos de investigaciones de identificación taxonómicas en diferentes grupos de peces.

3.3 Método de Entrevistas

El tipo de investigación que se utilizó en este trabajo es de tipo cualitativo y cuantitativo, con carácter descriptivo; el cual permitió acceder a la información confiable para construir

detalladamente la investigación del trabajo de la pesca de subsistencia (consumo) en el proceso de socialización, como una circunstancia para preservar los conocimientos locales.

Se realizó entrevista semi estructurada es una técnica eficaz que permitió obtener datos relevantes y significativos sobre el trabajo de la pesca de subsistencia, se implementó entrevistas individuales a los pescadores ya que ellos son personas dedicadas a la pesca de la (subsistencia) comunidad de Puerto Consuelo II, la información recopilada considero además los hechos de cambios generados por las represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio el antes y después de su construcción de las represas, sobre la historia de las comunidades, número de familias y habitantes, cuando y como se conformaron, de donde vinieron, si tienen escuelas y postas de salud, entre otros. También se realizó preguntas sobre sus principales actividades productivas, producción de la pesca, el número de pescadores para subsistencia, artes de pesca más utilizadas, embarcaciones, motores, principales especies que pescan y conocimientos sobre las especies de peces, donde se mostró fotografías para su reconocimiento, toda esta información fue para conocer de forma más adecuada y detallada a la comunidad.

- Formulario de entrevista para la pesca de subsistencia que se dedican exclusivamente a la pesca para subsistencia, en que temporada (meses del año), el número de faenas a la semana, la duración de la faena en horas, el número de pescadores que participan por faena y el volumen aproximado (kilogramos) obtenido por faena, tipo de embarcación, si la embarcación es propia, identificación de las especies más importantes para la pesca de subsistencia, (Anexo 2).
- Guía fotográfica para la identificación de las especies pescadas, como parte de la entrevista se utilizó una guía fotográfica para identificar las especies que son pescadas para la subsistencia.

3.4 Análisis estadísticos - Peces

Para la ordenación del análisis estadístico fue necesario crear una base de datos donde fue totalizada toda la información en planillas de Excel y la cuantificación de los individuos de cada especie, esta base de datos nos permitió realizar el análisis de diversidad, abundancia,

riqueza de especies. Se utilizará el Software Estadístico PAST-Palaeontological Statistics, versión.3.25 (Hammer *et al.*, 2001), para el procesamiento de datos y análisis de la diversidad de Shannon-Wiener (H) y Simpson (D).

3.4.1 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

Es un índice que combina la información de la riqueza de especies y la equidad en lo que se llama diversidad o heterogeneidad (Magurran, 2004; Moreno, *et al.*, 2006). Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies en un determinado hábitat (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre, ósea predice a que especie pertenece un individuo escogido al azar dentro de la comunidad (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995). Asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Este índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Normalmente se encuentra entre 1,5 y 3,5 y rara vez sobrepasa el 4 cuando se utiliza ln (Margalef, 1972; Magurran, 2004).

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

\sum = Sumatoria

Ln = Logaritmo natural

Pi = Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

3.4.2 Frecuencias Estadísticas

3.4.2.1 Frecuencia absoluta

La frecuencia absoluta de una variable estadística es el número de veces que aparece en la muestra dicho valor de la variable, la representaremos por n_i (Álvarez Leiva, 1997).

3.4.2.2 Frecuencia relativa

La frecuencia absoluta, es una medida que está influida por el tamaño de la muestra, al aumentar el tamaño de la muestra aumentará también el tamaño de la frecuencia absoluta. Esto hace que no sea una medida útil para poder comparar. Para esto es necesario introducir el concepto de frecuencia relativa, que es el cociente entre la frecuencia absoluta y el tamaño de la muestra. La denotaremos por f_i (Álvarez Leiva, 1997).

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde N = Tamaño de la muestra

3.4.2.3 Porcentaje

La frecuencia relativa es un tanto por uno, sin embargo, hoy día es bastante frecuente hablar siempre en términos de tantos por ciento o porcentajes, por lo que esta medida resulta de multiplicar la frecuencia relativa por 100. La denotaremos por p_i (Álvarez Leiva, 1997).

$$p_i = f_i \cdot 100\%$$

3.4.2.4 Frecuencia Absoluta Acumulada

Para poder calcular este tipo de frecuencias hay que tener en cuenta que la variable estadística ha de ser cuantitativa o cualitativa ordenable. En otro caso no tiene mucho sentido el cálculo de esta frecuencia. La frecuencia absoluta acumulada de un valor de la variable, es el número de veces que ha aparecido en la muestra un valor menor o igual que el de la variable y lo representaremos por N_i (Álvarez Leiva, 1997).

3.4.2.5 Frecuencia Relativa Acumulada

Al igual que en el caso anterior la frecuencia relativa acumulada es la frecuencia absoluta acumulada dividido por el tamaño de la muestra, y la denotaremos por F_i (Álvarez Leiva, 1997).

$$F_i = \frac{N_i}{N}$$

3.4.2.6 Porcentaje Acumulado

Análogamente se define el Porcentaje Acumulado y lo vamos a denotar por P_i como la frecuencia relativa acumulada por **100** (Álvarez Leiva, 1997).

$$P_i = F_i \cdot 100\%$$

3.4.3 Análisis Estadístico - Entrevistas

Para la ordenación del análisis estadístico fue necesario crear una base de datos donde fue totalizada toda la información en planillas de Excel esta base de datos nos permitió realizar el análisis de la frecuencia, de las diferentes preguntas realizada en la entrevista.

IV. RESULTADOS

4.1 Clasificación taxonómica de los peces en la comunidad Puerto Consuelo II

Dentro de la investigación realizada en el río Beni y en los diferentes cuerpos de agua pertenecientes a la comunidad Puerto Consuelo II, durante la época de aguas bajas, se logró capturar conjuntamente los pescadores un total de 961 individuos, pertenecientes a 43 especies de peces (Anexo 1). La lista general de los niveles clasificados taxonómicamente se detalla en el Cuadro 1, tales especies se encuentran agrupadas en 37 géneros y 19 familias correspondientes a 3 órdenes (Characiformes, Cichliformes y Siluriformes). Solamente una especie se identificó a nivel de género (*Lamontichthys* sp.), debido a complicaciones en su sistemática y taxonomía.

Cuadro 1. Lista taxonómica de los peces identificados en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>
		<i>Leporinus trifasciatus</i>
		<i>Schizodon fasciatus</i>
	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>
		<i>Brycon amazonicus</i>
		<i>Bryconops giacopinii</i>
		<i>Ctenobrycon spilurus</i>
		<i>Moenkhausia cotinho</i>
		<i>Moenkhausia lepidura</i>
		Curimatidae
	Cynodontidae	<i>Hydrolycus armatus</i>
		<i>Hydrolycus scomberoides</i>
		<i>Rhaphiodon vulpinus</i>
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>
	Gasteropelecidae	<i>Thoracocharax stellatus</i>
		<i>Gasteropelecus sternicla</i>
	Hemiodontidae	<i>Anodus elongatus</i>
	Lebiasinidae	<i>Nannostomus trifasciatus</i>
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>
Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	
	<i>Mylossoma duriventre</i>	

		<i>Piaractus brachypomus</i>
	Triportheidae	<i>Triportheus angulatus</i>
Cichliformes	Cichlidae	<i>Acaronia nassa</i>
		<i>Aequidens tetramerus</i>
		<i>Cichlasoma boliviense</i>
	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>
Siluriformes	Aspredinidae	<i>Bunocephalus knerii</i>
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum littorale</i>
	Cetopsidae	<i>Cetopsis candiru</i>
	Hypophthalmidae	<i>Hypophthalmus edentatus</i>
	Loricariidae	<i>Lamontichthys sp.</i>
		<i>Loricariichthys acutus</i>
	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>
		<i>Brachyplatystoma platynemum</i>
		<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>
		<i>Calophysus macropterus</i>
		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>
		<i>Pimelodus blochii</i>
		<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>		
<i>Sorubim lima</i>		
<i>Zungaro zungaro</i>		

4.2 Composición específica de la ictiofauna en la comunidad Puerto Consuelo II

La composición de la fauna ictícola en la comunidad Puerto Consuelo II, durante la época de aguas bajas, se encuentra caracterizado por la presencia de 3 ordenes (Fig. 17), donde los más dominantes en número de especies fueron los Characiformes (n=23) seguido de los Siluriformes (n=16) que corresponden al 53% y 37%, respectivamente; seguidas del orden Cichliformes (n=4).

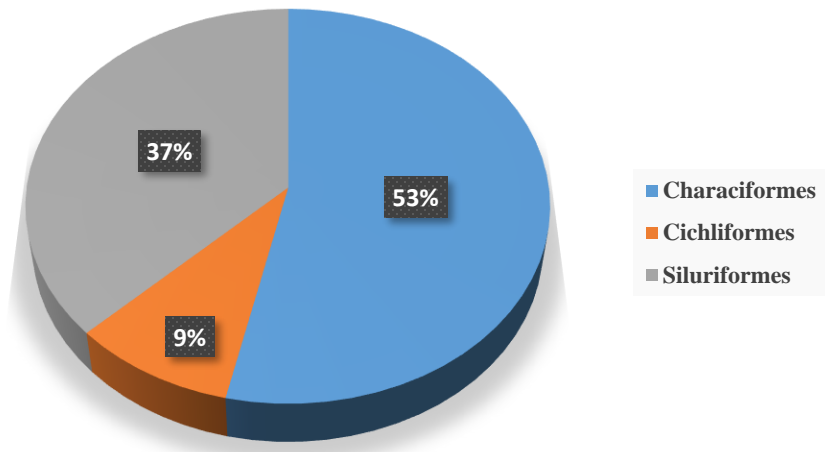


Figura 17. Composición relativa por órdenes de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II

Con respecto a la composición relativa de las familias por cada orden identificado en la comunidad Puerto Consuelo II (Fig. 18), se puede observar que el orden Characiformes contiene el mayor número de familias (n=11, 58%), seguido por los órdenes Siluriformes (n=6, 32%) y finalmente los Cichliformes con el 10% (n=2).

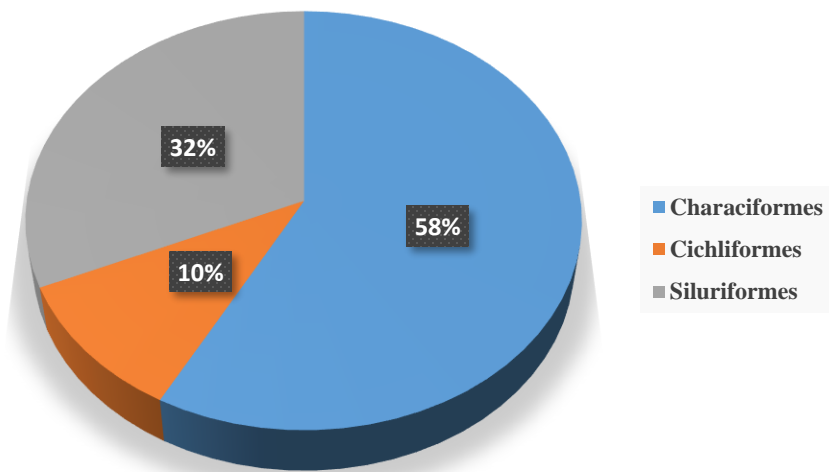


Figura 18. Composición relativa de las familias por cada orden de peces en la comunidad Puerto Consuelo II

La composición de las especies de peces de la comunidad Puerto Consuelo II a nivel de familias presenta una dominancia de la familia Pimelodidae con el 23.26% de las especies muestreadas en los cuerpos de agua, seguidamente en orden de dominancia se tiene a la familia Characidae (13.95%) posteriormente están las familias Chichlidae, Serrasalmidae, Cynodontidae y Anostomidae con el 6.98% para todas estas familias. Por otro lado, el resto de las familias tienen la menor cantidad de especies con el 2.33% para cada una de ellas (Fig. 19).

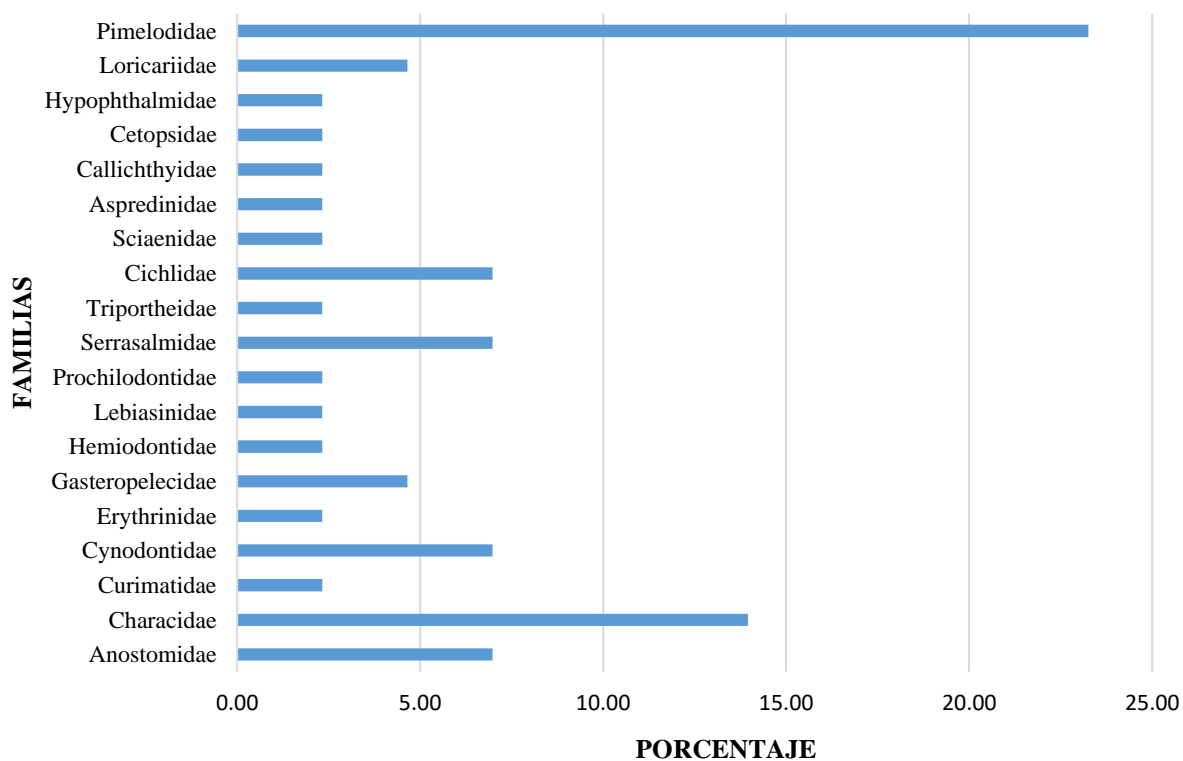


Figura 19. Composición relativa por familias de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II

4.3 Índice de diversidad (Shannon-Wiener), en los cuerpos de agua de la comunidad de Puerto Consuelo II

La diversidad total de los cuerpos de agua, tiene un valor de (**H=3,251**); en el rio Beni donde se ha registrado con mayor diversidad de peces con un valor (**H=2,788**) y la menor diversidad de peces se registró en el arroyo (**H=2,265**), donde se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de índice de diversidad (abundancia y riqueza) en los cuerpos de agua de la Comunidad de Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.

CUERPOS DE AGUA	ABUNADANCIA (N° IND.)	RIQUEZA (N° ESP.)	DIVERSIDAD (H)
RIO	703	30	2,788
ARROYO	258	13	2,265
TOTAL	961	43	3,251

4.4 Abundancias relativas de las especies en la comunidad Puerto Consuelo II

En términos de abundancia y estructuración de las especies de peces en la comunidad Puerto Consuelo II, se determinó que la especie *Brycon amazonicus* (Yatorana), perteneciente a la familia Characidae, es la especie más abundante (10.61%) en el área de muestreo, durante la época de aguas bajas, seguida de *Cetopsis candiru* (8.74%) que corresponde a la familia Cetopsidae y *Mylossoma duriventre* (8.01%). Las especies que presentaron números de individuos no significativos fueron agrupadas dentro de una misma categoría denominada ‘Otros’ representando el 7.8% del total (Fig. 20).

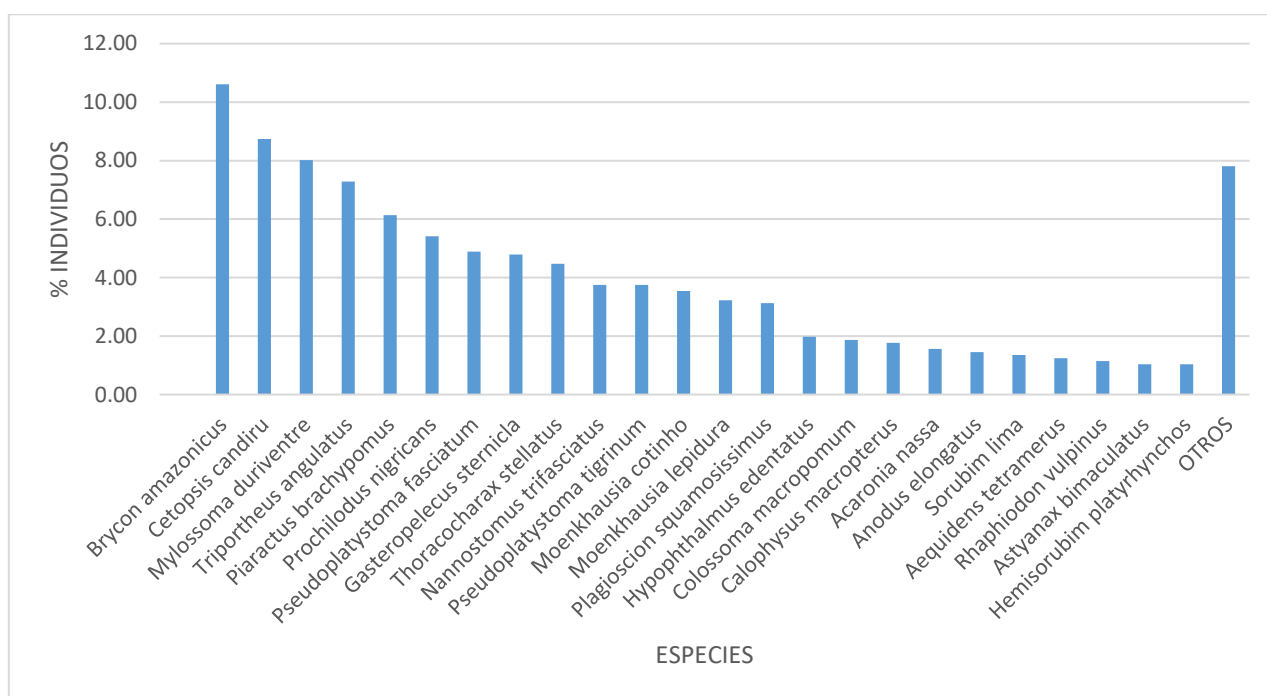


Figura 20. Abundancia relativa de las especies capturadas en la comunidad Puerto Consuelo II

4.4.1 Abundancia en río Beni (Tumbo)

La estructura de las comunidades de peces más abundantes identificadas en el cauce del río principal Beni durante la época de agua baja y está conformadas por las siguientes especies: *Colossoma macropomum* (102 individuos= ind.), siguiendole *Cetopsis candiru* (84 ind.), *Mylossoma duriventre* (77 ind.), *Triporthus angulatus* (70 ind.), *Piaractus brachipomus* (59 ind.), *Prochilodus nigricans* (52 ind.), *Pseudoplatystoma fasciatum* (47 ind.), *Pseudoplatystoma tigrinum* (36 ind.), *Plagioscion squamosissimus* (30 ind.), *Hypophthalmus edentatus* (19 ind.), *Colossoma macropomum* (18 ind.), *Calophysus macropterus* (17 ind.), *Sorubim lima* (13 ind.), *Hemisorubim platyrhynchos* (10 ind.), *Rhaphiodon vulpinus* (8 ind.), *Leporinus friderici* (5 ind.). Las especies menos abundantes fueron los siguientes: *Leporinus trifasciatus* (4 ind.), *Schizodon fasciatus* (4 ind.), *Potamorhina altamazonica* (4 ind.), *Hydrolycus armatus* (4 ind.), *Hydrolycus scomberoides* (4 ind.), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (4 ind.), *Cichlasoma boliviense* (4 ind.), *Lamontichthys sp.* (4 ind.), *Loricariichthys acutus* (4 ind.), *Brachyplatystoma filamentosum* (4 ind.), *Brachyplatystoma platynemum* (4 ind.), *Brachyplatystoma rousseauxii* (4 ind.), *Pimelodus blochii* (4 ind.), *Zungaro zungaro* (4 ind.), como se detalla en el cuadro 3.

4.4.2 Abundancia en Arroyo (Santa Ala)

Las especies más abundantes en relación a número de individuos identificadas en el arroyo muestreado fueron los siguientes: *Gasteropelecus sternicla* (46 individuos= ind.), *Thoracocharax stellatus* (43 ind.), *Nannostomus trifasciatus* (36 ind.), *Moenkhausia cotinho* (34 ind.), *Moenkhausia lepidura* (31 ind.), *Acaronia nassa* (15 ind.), *Anodus elongatus* (14 ind.), *Aequidens tetramerus* (12 ind.), *Astyanax bimaculatus* (10 ind.), *Ctenobrycon spilurus* (5 ind.), Las especies menos abundantes fueron los siguientes: *Bryconops giacopinii* (4 ind.), *Bunocephalus knerii* (4 ind.), *Hoplosternum littorale* (4 ind.), como se detalla en el cuadro 3.

Cuadro3. Lista de especies de peces presente en los diferentes cuerpos de agua, en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.

Orden	Familia	Nombre Científico	Rio Beni (Tumbo)	Arroyo Puerto Consuelo II (Santa Ala)	
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	1		
		<i>Leporinus trifasciatus</i>	4		
		<i>Schizodon fasciatus</i>	4		
	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>			10
		<i>Brycon amazonicus</i>	102		
		<i>Bryconops giacopinii</i>			4
		<i>Ctenobrycon spilurus</i>			5
		<i>Moenkhausia cotinho</i>			34
		<i>Moenkhausia lepidura</i>			31
	Curimatidae	<i>Potamorhina altamazonica</i>	4		
	Cynodontidae	<i>Hydrolycus armatus</i>	4		
		<i>Hydrolycus scomberoides</i>	4		
		<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	8		
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	4		
	Gasteropelecidae	<i>Thoracocharax stellatus</i>			43
		<i>Gasteropelecus sternicla</i>			46
	Hemiodontidae	<i>Anodus elongatus</i>			14
	Lebiasinidae	<i>Nannostomus trifasciatus</i>			36
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	52		
	Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	18		
<i>Mylossoma duriventre</i>		77			
<i>Piaractus brachypomus</i>		59			

	<i>Triporthidae</i>	<i>Triporthus angulatus</i>	70	
<i>Cichliformes</i>	<i>Cichlidae</i>	<i>Acaronia nassa</i>		15
		<i>Aequidens tetramerus</i>		12
		<i>Cichlasoma boliviense</i>	4	
	<i>Sciaenidae</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	30	
<i>Siluriformes</i>	<i>Aspredinidae</i>	<i>Bunocephalus knerii</i>		4
	<i>Callichthyidae</i>	<i>Hoplosternum littorale</i>		4
	<i>Cetopsidae</i>	<i>Cetopsis candiru</i>	84	
	<i>Hypophthalmidae</i>	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	19	
	<i>Loricariidae</i>	<i>Lamontichthys sp.</i>	4	
		<i>Loricariichthys acutus</i>	4	
	<i>Pimelodidae</i>	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	4	
		<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	4	
		<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	4	
		<i>Calophysus macropterus</i>	17	
		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	10	
		<i>Pimelodus blochii</i>	4	
		<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	36	
		<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	47	
<i>Sorubim lima</i>		13		
	<i>Zungaro zungaro</i>	4		
3	19	43	703	258
Total, de Números de Individuos			961	

4.5 Percepción sobre la disponibilidad de peces

Se realizaron entrevistas semi-estructuras a 10 personas dedicadas a la pesca de subsistencia en la comunidad Puerto Consuelo II. Dichas entrevistas permitieron obtener información específica sobre características relacionadas a la actividad pesquera y la percepción local acerca de la ictiofauna y su relación con la presencia de las represas hidroeléctricas, también se levantó la coordenada geográfica de cada sitio de las diferentes entrevistas, donde desarrollan principalmente sus actividades de pesca, como se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. Coordenadas de los sitios de las entrevistas, en la comunidad Puerto Consuelo II, Pando, Bolivia.

PUNTO	(X) LATITUD	(Y) LONGITUD
1	215603	8834534
2	215697	8834582
3	215677	8834734
4	215696	8834644
5	215704	8834841
6	215526	8834561
7	215460	8834732
8	215643	8835026
9	215703	8834734
10	215691	8834786

4.5.1 Caracterización de la actividad de pesca de subsistencia o de consumo

En la comunidad Puerto Consuelo II, las personas entrevistadas pescan en su mayoría cada fin de semana (50%) que abastece su alimentación para toda su semana, aprovechando que esos días están libres de otras actividades que les permite generar recursos económicos (Fig. 21).

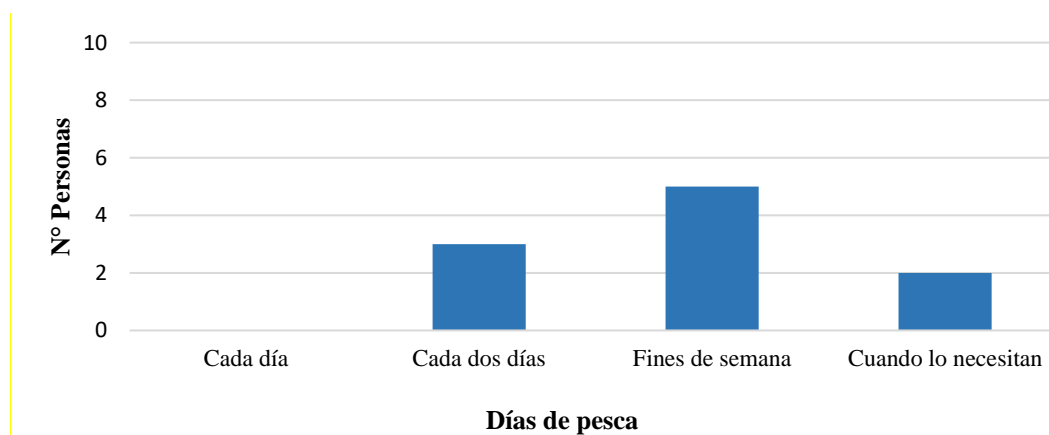


Figura 21. Frecuencia de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II

El horario de pesca preferido (Fig. 22) por los pescadores entrevistados es por lo general en la tarde hasta la noche (40%), seguido por las personas que indistintamente se van a pescar todo el día o solamente durante la tarde (20%, cada una respectivamente).

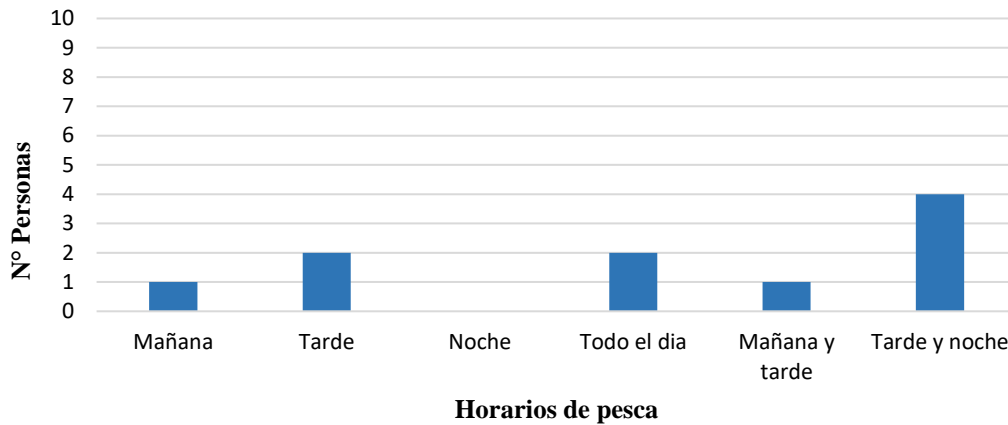


Figura 22. Horarios preferidos para la pesca en la comunidad Puerto Consuelo II

Con respecto a la cantidad de pescado recolectados por día en cada jornada de pesca, el 50% de los entrevistados recolecta entre 1 a 5 kilos y el otro 50% entre 6 a 12 kilos; participando de preferencia entre una a dos personas por actividad de pesca (Fig. 23).

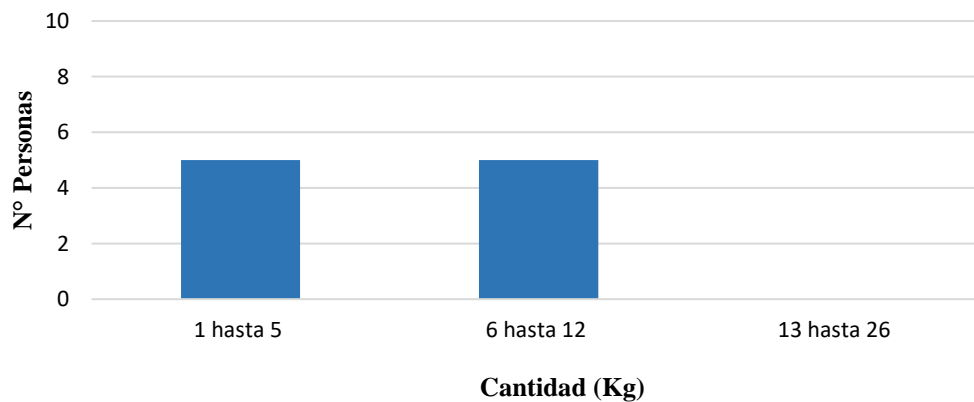


Figura 23. Cantidad de pescado obtenido por jornada de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II

Entre los lugares que utilizan para pescar se tiene con un 40% tanto el río principal como una combinación del río con arroyo y en menor proporción dirigen su pesca específicamente en arroyos (Fig. 24).

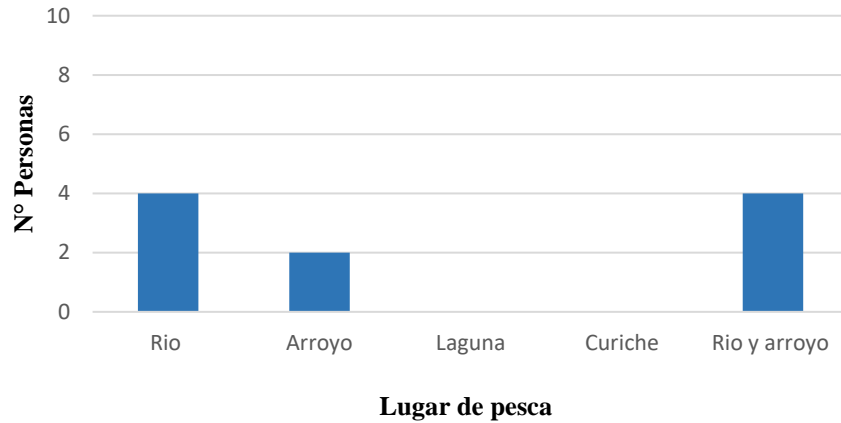


Figura 24. Lugar de preferencia para pescar en la comunidad Puerto Consuelo II

Los meses de preferencia para la pesca son de mayo a octubre para un 30% de los entrevistados y para un porcentaje similar son los meses de julio a agosto, en ambos casos corresponde a la época seca o de aguas bajas (Fig. 25).

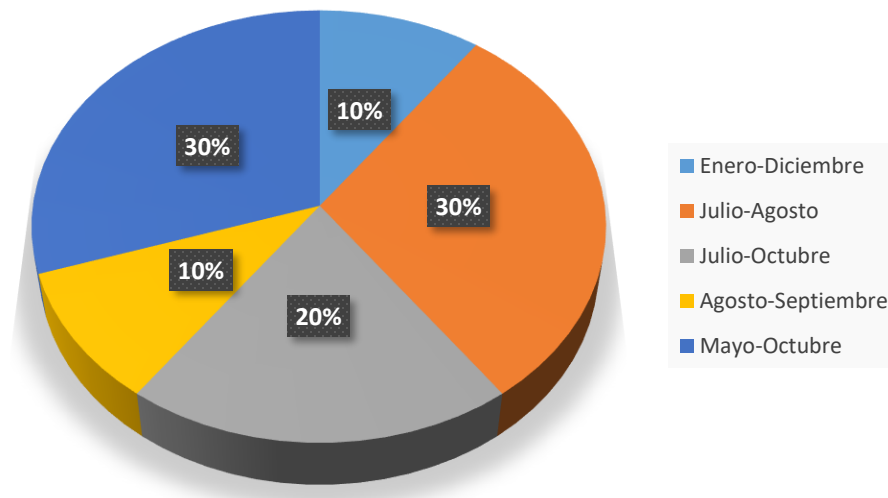


Figura 25. Meses de preferencia de pesca en la comunidad Puerto Consuelo II

Entre los materiales utilizados para la pesca en la comunidad Puerto Consuelo II, el 73.68% utilizan la lineada y anzuelo, seguido por el 23.68% que usan la tarrafa como arte de pesca (Fig. 26).

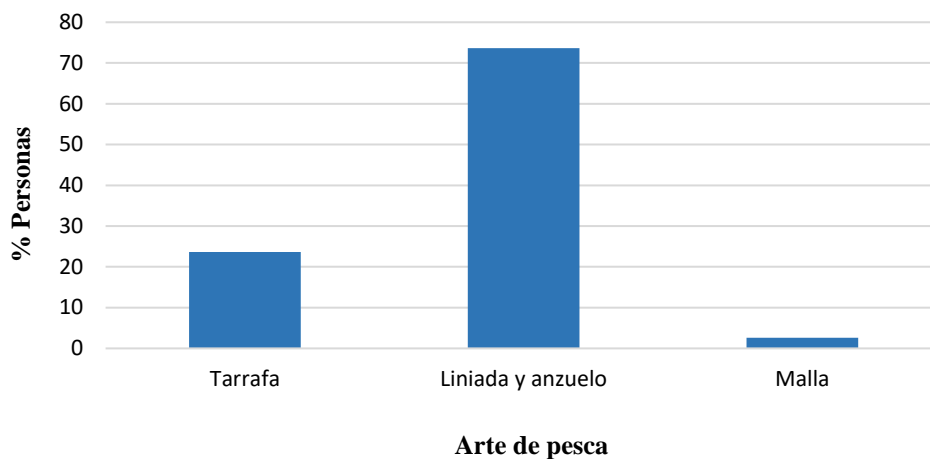


Figura 26. Materiales o artes de pesca utilizados en la comunidad Puerto Consuelo II

El número de hilo de red que más utilizan es de 0.8 mm (32%), seguido por la de 0,6 mm (18%), las cuales les garantizan la mayor cantidad de peces capturados durante sus jornadas de pesca (Fig. 27).

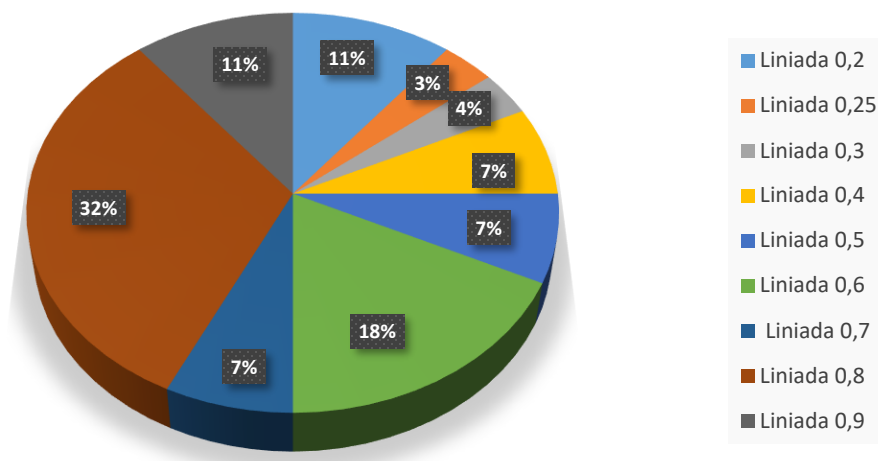


Figura 27. Número de hilo utilizado para la pesca en la comunidad Puerto Consuelo II

Con respecto a la forma de pescar, la mayoría de los pescadores (70%) van a pescar a pie debido a que la comunidad se encuentra a orillas del río Beni donde tienen su lugar de pesca específico denominado “El Tumbo”, además que los arroyos son prácticamente cercanos.

Difícilmente utilizan alguna embarcación (30%) ya que la corriente de agua impide su maniobrabilidad (Fig. 28).

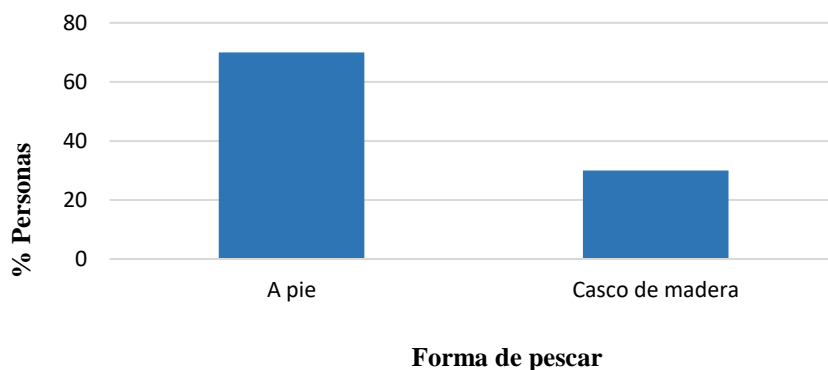


Figura 28. Forma de pescar en la comunidad Puerto Consuelo II

4.5.2 Caracterización de la ictiofauna capturada para subsistencia o consumo

Mediante las entrevistas realizadas en la comunidad Puerto Consuelo II, se ha determinado que existen 19 especies de peces que son capturadas actualmente para consumo. Entre las especies más sobresalientes se tiene a la yatorana (*Brycon amazonicus*) con el 13.64% de frecuencia de pesca; también se tiene al machete (*Rhaphiodon vulpinus*) con el 12.13% y bentón (*Hoplias malabaricus*) con el 10.61% (Cuadro 5). Según datos de la comunidad se tiene un consumo anual promedio de **1.916 kg** de biomasa (subsistencia) y la pesca se la realiza durante la época de aguas bajas.

Cuadro 5. Lista especies de peces que más se pescan para el consumo humano, actualmente en la comunidad Puerto Consuelo II, según las entrevistas individuales.

Nombre Científico	Nombre Común	Frecuencia (%)	Consumo (Kg)
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina	7.58	70
<i>Brycon amazonicus</i>	Yatorana	13.64	550
<i>Colossoma macropomum</i>	Pacú	4.55	20
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubi pintado	4.55	40
<i>Schizodon fasciatus</i>	Lisa	6.06	48
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Machete	12.13	70
<i>Calophysus macropterus</i>	Blanquillo	2.97	10
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	General	1.52	15
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dorado	6.06	235
<i>Mylossoma duriventre</i>	Pacupeba	4.55	23
<i>Pterodoras granulosus</i>	Reque reque	1.52	20
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña	1.52	20
<i>Hoplosternum littorale</i>	Buchere	4.55	15
<i>Prochilodus nigricans</i>	Sábalo	7.58	50
<i>Aequidens tetramerus</i>	Serepapa	4.55	60
<i>Zungaro zungaro</i>	Yahu pintado	6.06	120
<i>Hoplias malabaricus</i>	Bentón	10.61	475
<i>Hemiodus microlepis</i>	Salmonsito	1.52	20
<i>Astronotus crassipinnis</i>	Palometa real	6.06	55

De igual manera, las entrevistas con ayuda de las guías fotográficas ayudaron a obtener la información sobre las especies de peces que pescaban mayormente antes de la construcción de las represas hidroeléctricas Jirau y San Antonio, las especies de peces aprovechadas eran 14; entre ellas se tenía al pacú (*Colossoma macropomum*) con el 16.22%, paiche (*Arapaima gigas*) y la yatorana (*Brycon amazonicus*) con el 13.51%, como se detalla en el Cuadro 6. El consumo anual para subsistencia de la comunidad Puerto Consuelo II, antes de la construcción de las represas, era de aproximadamente **9.475 kg** de biomasa y la pesca se la realizaba durante todo el año, de enero a diciembre

Cuadro 6. Lista especies de peces que más se pescaban para el consumo humano antes de construir las represas hidroeléctricas en la comunidad Puerto Consuelo II, según las entrevistas individuales.

Nombre Científico	Nombre Común	Frecuencia (%)	Consumo (Kg)
<i>Arapaima gigas</i>	Paiche	13.51	1200
<i>Brycon amazonicus</i>	Yatorana	13.51	1900
<i>Colossoma macropomum</i>	Pacú	16.22	1830
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubí pintado	10.81	600
<i>Schizodon fasciatus</i>	Lisa	2.7	40
<i>Mylossoma duriventre</i>	Pacupeba	10.81	1010
<i>Hoplosternum littorale</i>	Buchere	2.7	30
<i>Prochilodus nigricans</i>	Sábalo	5.41	600
<i>Aequidens tetramerus</i>	Serepapa	2.7	15
<i>Zungaro zungaro</i>	Yahu pintado	8.11	1000
<i>Hoplias malabaricus</i>	Bentón	2.7	20
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Machete	2.7	30
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Pirahiba	5.41	1000
<i>Hemiodus microlepis</i>	Salmonsito	2.7	200

4.6 Amenazas a la ictiofauna en la comunidad Puerto Consuelo II

Se identificó dos principales amenazas para la ictiofauna de los diferentes cuerpos de agua en la comunidad Puerto Consuelo II (rio Beni y afluentes), la cuales son:

- a) Las represas hidroeléctricas de Jirau y San Antonio, debido a que los comunarios identifican que desde su implementación han generado una disminución de diferentes especies de peces, en especial las especies migratorias en el rio Beni y a su vez disminución o desaparición de las especies nativas en sus diferentes cuerpos de agua.

- b) La pesca comercial, observándose en el área de estudio que en el lado del departamento del Beni (Cachuela Esperanza) se dedican a la pesca comercial utilizando material especial (malla de espera), cuyas capturas sirven para cubrir los mercados de los municipios de Guayaramerín y Riberalta; además a 80 km rio abajo está el vecino país del Brasil, quienes también realizan la pesca comercial con otros tipos de material más moderno, lo cual impide el arribo de las diferentes especies de peces hacia proximidades la de comunidad Puerto Consuelo II.

V. DISCUSIÓN

- En el presente trabajo se capturaron 961 individuos correspondientes a 43 especies, 19 familias y 3 órdenes, lo cual solamente representa la ictiofauna presente durante la época seca o de aguas bajas, siendo este un buen número considerando que en época de aguas altas la cantidad de agua en los cuerpos de agua hace que las especies e individuos tengan mayor espacio para desplazarse y por tal motivo la posibilidad de captura es menor.
- La comunidad de peces en la Amazonía boliviana se compone de alrededor de 714 especies pertenecientes a 11 órdenes y 42 familias (Carvajal-Vallejos & Zeballos-Fernández 2011) siendo que el presente trabajo exhibe a los cuerpos de agua de la comunidad Puerto Consuelo II como ecosistemas importantes en términos de diversidad biológica al representar el 6% del total de especies, el 27% del total de órdenes y el 45% del total de familias existentes en la Amazonía boliviana.
- La comparación entre la composición de las comunidades de peces presentes en éste trabajo con el de Flores, *et al.* (2017) muestra que en el muestreo se identificaron 43 especies en contraste a las 28 especies registradas en Cachuela Esperanza, además este trabajo presenta 16 registros de especies comunes, 27 especies exclusivas y ausencia de 12 especies comparadas con el trabajo de Flores, *et al.* (2017), incrementando considerablemente la cantidad de especies que conforman la comunidad de peces en la región correspondiente a la subcuenca Alta del río Madera si se toma en cuenta ambos trabajos en su conjunto. El número de especies propuesto en este trabajo carece de una línea base precisa para la zona de estudio que nos permita comparar claramente la ictiofauna afectada por las represas hidroeléctricas además que el tiempo disponible fue una limitante que subestima una buena aproximación real a la cantidad total que estaría presente en la zona en la laguna, considerando el tamaño del río Beni, los aparejos de pesca utilizados, la reducción de otros ambientes acuáticos explorados y los escasos registros de especies grandes.
- La repartición del total de especies que se incluyen en este trabajo mostró que existe una clara dominancia de los órdenes Characiformes y Siluriformes ya que son los que presentan la mayor composición relativa en términos de especies y familias.

Según Carvajal-Vallejos & Zeballos-Fernández (2011) los órdenes más sobresalientes en la Amazonia boliviana en términos de abundancia son Characiformes, Siluriformes, Cichliformes y Gymnotiformes, por tal motivo la distribución de los órdenes encontrados en la comunidad Puerto Consuelo II presenta el mismo patrón que el observado en toda la Amazonia en Bolivia, aunque con la ausencia de especies representativas del orden Gymnotiformes. Resultados similares, en relación a la dominancia, fueron encontradas por otros autores en varios sistemas de la Cuenca Amazónica (p.e. Saint-Paul *et al.* 2000, Silvano *et al.* 2000), de la Orinoquía (p.e. Lasso *et al.* 2004), y del Plata (López *et al.* 2003), mostrando que de manera general los Characiformes y Siluriformes son los más diversificados en el continente sudamericano.

- Los peces que habitan la Amazonía boliviana juegan un papel importante en el funcionamiento de las comunidades acuáticas (p.e. Pouilly *et al.* 2004, Rejas *et al.* 2004, 2005), y varios de ellos son aprovechados como recurso alimenticio en distintas ciudades y comunidades del país (p.e. Pérez 2001, Van Damme *et al.* 2005, Paz & Van Damme 2008) es por tal motivo que el presente trabajo brinda como resultado varias especies de peces de interés para el consumo humano convirtiendo a la comunidad Puerto Consuelo II en una región importante para la población que a menudo realiza la pesca de estas especies.
- Las pesquerías en las tierras bajas de la Amazonía Boliviana son caracterizadas tradicionalmente como artesanales, pesca de subsistencia y pesca comercial a pequeña escala (Van Damme *et al.* 2011a). Esta caracterización está condicionada por la cercanía de los puertos a la frontera con Brasil (Van Damme *et al.* 2011a), de manera que la comunidad Puerto Consuelo II practica la pesca de subsistencia comparado con Cachuela Esperanza, ubicada casi al frente, que practica la pesca comercial por sobre la pesca de subsistencia.
- El volumen obtenido, mediante entrevistas, de las capturas en la comunidad Puerto Consuelo II actualmente es de 1.916 kg, siendo las especies con mayor aporte al volumen total capturado la yatorana, machete y bentón; mientras que antes de la construcción de las represas era de 9.475 kg y las especies de mayor importancia respecto al volumen total capturado fueron el pacú, paiche y yatorana. Van Damme

& Carvajal-Vallejos (2013) determinaron que las especies más comunes en los desembarques de la Amazonía Boliviana fueron (en orden de importancia) paiche, yatorana y tambaquí blanco, las cuales constituyen cuatro de las siete especies más capturadas en la pesca comercial en las tierras bajas. Los valores del presente trabajo se deben interpretar con cautela debido a que no se distingue claramente entre volúmenes de captura exactos actuales y previos a las represas, considerando que el periodo de tiempo de evaluación fue muy corto y se requiere un monitoreo prolongado, aunque claramente vemos una disminución en el tiempo.

- El monitoreo se llegó a obtener un volumen total de 5054 kg de pescado en el trabajo de Flores, *et al.* (2017) muestra que en la entrevista en Puerto Consuelo II tiene un consumo anual promedio 1916 kg biomasa, se identificaron 19 especies y 28 especies registradas en Cachuela Esperanza, 10 especies comparadas con el trabajo de Flores, *et al.* (2017). También demuestra que *Hoplias malabaricus* (Benton), *Ageneiosus sp.* (Seferino), *Acaronia nassa* (Serepara boca de frejol), *Astronotus ocellatus* (Serepapa real), no se encontró la existencia en el estudio del monitoreo de Cachuela Esperanza.
- Santos *et al.* (2017) demostraron que las represas hidroeléctricas del Madeira ejercen un impacto negativo en las poblaciones de peces río abajo y afectan el rendimiento de la pesca y la composición de las capturas. Asimismo, Lima M.A.L, Kaplan, D.A. & Doria C.R.C.(2017) recientemente demostró que las represas de Jirau y San Antonio afectan las poblaciones de bagres en el río Madeira aguas abajo, y en particular las poblaciones del dorado que es un pez migratorio de largas distancias. El presente estudio muestra que las represas de Jirau y San Antonio también afectan a las poblaciones de dorado aguas arriba en proximidades de la comunidad Puerto Consuelo II. Los datos obtenidos en el muestreo y en las entrevistas realizadas proporcionan una significativa evidencia de este impacto. El excepcional comportamiento migratorio de dorado los hace muy sensibles a la interrupción de la conectividad hidrológica causada por las represas que se encuentran equipadas con sistemas de transposición de peces, pero la eficiencia de estos sistemas ha sido cuestionada en repetidas ocasiones y se asume que no permiten el paso exitoso del dorado como también lo mencionan Van Damme *et al.* (2011b).

- La vulnerabilidad de los peces a las represas hidroeléctricas en la Amazonía boliviana depende de la ubicación y el tipo de las mismas. En la actualidad, las represas que más afectarán a las comunidades de peces en ésta área son Jirau y San Antonio, entre Porto Velho y la frontera con Bolivia. Además de ellas, varias otras represas más pequeñas en territorio boliviano están en etapa de estudio técnico y/o diseño como lo indican MRE-MMAyA (2014) que también generarán impactos notables al cambiar el ambiente acuático y los ecosistemas de forma rápida y extrema (reducción de la velocidad de la corriente, cambios en la profundidad de la columna del agua, oxígeno y temperatura, reducción de la heterogeneidad de los hábitats acuáticos, disminución de la fauna migratoria, etc.); y como afirman Duncan & Lockwood (2001) y Freeman (2003) simplificarán la estructura física de los ríos y de sus zonas inundadas, resultando en una pérdida de hábitats.
- Según varios autores como Agostinho *et al.* (2008) y Baigún *et al.* (2011), las especies migratorias que se desplazan a lo largo de los ríos para desovar en tramos superiores o en las cabeceras de los ríos amazónicos son las más vulnerables a la construcción de represas hidroeléctricas; sin embargo, el grado de impacto de las represas varía mucho en función del ciclo de vida de cada especie migratoria y su estructura poblacional. Se considera que las especies que obligatoriamente migran largas distancias hacia sus zonas de desove son las más afectadas. A este grupo pertenecen algunas especies del género *Brachyplatystoma*. Son bagres grandes que migran hasta las cabeceras de la cuenca alta amazónica, situadas en los países andinos Bolivia, Perú, Colombia, para desovar. Los huevos y larvas derivan río abajo para llegar a las zonas de cría que, en el caso de *B. rousseauxii* y probablemente también de *B. platynemum* se sitúan en el estuario del río Amazonas. En el presente trabajo tuvimos evidencia de la presencia de estas especies migratorias, pero en tamaños pequeños a medianos, lo que implicaría que las represas están cortando sus rutas migratorias de estas especies que obligatoriamente deben pasar por las cachuelas del río Madera para completar su ciclo de vida (Barthem & Goulding 2007, García Vásquez *et al.* 2009) y esto implica una retardación en la migración o la mortandad de los peces que intentan pasar las estructura.

VI. CONCLUSIONES

En la comunidad Puerto Consuelo II no existía un inventario de las especies de peces presentes en su territorio. Los datos obtenidos en el presente estudio muestran como resultado la existencia de una fauna diversa, conformada por 961 individuos pertenecientes a 43 especies de peces, 19 familia y 3 órdenes, varias de ellas diferentes a las obtenidas en zonas próximas, lo cual favorece para tener una visión más completa acerca de la estructura de la comunidad de peces en este ecosistema acuático.

Según el índice de diversidad (Shannon-Wiener), calculados para los cuerpos de agua en la comunidad de Puerto Consuelo II, el índice de diversidad es de $H=3,251$, donde se registró una mayor diversidad y en el río Beni “Tumbo” el índice de diversidad fue de $H=2,788$, la mayor abundancia se registró en el río Beni con 703 individuos y la menor diversidad se registró en el arroyo con $H=2,265$, encontrándose la menor abundancia en el arroyo con 258 individuos, esta diferencia en la diversidad entre los cuerpos de agua, puede deberse a la presencia de las represas a 80 kilómetros río hacia abajo.

La Abundancia Relativa se determinó que la especie *Brycon amazonicus* (Yatorana), perteneciente a la familia Characidae, es la especie más abundante (10.61%) en el área de muestreo, durante la época de aguas bajas, seguida de *Cetopsis candiru* (8.74%) que corresponde a la familia Cetopsidae y *Mylossoma duriventre* (8.01%).

En la actualidad, las poblaciones de peces en el lado boliviano, según se evidencio mediante las entrevista realizadas en la comunidad Puerto Consuelo II, en la disponibilidad de peces para el consumo (pesca de subsistencia), ya que antes de la construcción de las represas hidroeléctricas Jirau y San Antonio, de acuerdo a las entrevistas realizadas eran aprovechadas 14 especies de peces, con un consumo anual de aproximadamente 9.475 kg de biomasa y la pesca era realizada durante todo el año de enero a diciembre; en la actualidad los comunarios consumen todo lo que pescan, según las entrevistas, actualmente llegan a aprovechar 19 especies con un consumo anual de 1.916 kg de biomasa, una vez a la semana.

En la entrevista realizada se identifican 19 especies de mayores consumos en la comunidad de Puerto Consuelo II, en la cual 6 especies *Phractocephalus hemiliopterus* (General)

1.52%, *Pterodoras granulosus* (Reque reque) 1.52%, *Pygocentrus nattereri* (Piraña) 1.52%, *Hoplias malabaricus* (Benton) 10.61%, *Hemiodus microlepis* (Salmonsito) 1.52 %, *Astronotus cassipinnis* (Palometa real) 6.06%, no se muestran en los resultados obtenido de la investigación dentro de las 43 especies, por diferentes factores: Temporada época de aguas baja, esfuerzo de captura, ecosistema.

Se pudo identificar la presencia de varias especies con valor para el consumo humano, entre ellas la yatorana (*Brycon amazonicus*), dos especies de lisas (*Schizodon fasciatus*, *Leporinus friderici*), pacú (*Colossoma macropomum*), tambaquí (*Piaractus brachypomus*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*), sábalo (*Prochilodus nigricans*), pacupebas (*Mylossoma duriventre*), los grandes bagres (*Brachyplatystoma filamentosum*, *B. platynemum*, *B. rousseauxii*), blanquillo (*Calophysus macropterus*), Yahu (*Zungaro zungaro*) y surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*).

Con esta investigación se tiene una aproximación del estado de la ictiofauna en el área de la comunidad Puerto Consuelo II, con esta información sobre la diversidad y disponibilidad de peces en esta área, se pueden desarrollar futuros programas de monitoreo para su posterior manejo y conservación.

VII. RECOMENDACIONES

En el desarrollo del presente trabajo, se confirmó la importancia de la actividad pesquera en la comunidad Puerto Consuelo II. Sin embargo, es un sector que no presenta mucho apoyo. Además, se desarrolla con herramientas e infraestructuras básicas las cuales podrían ser mejoradas. Los requerimientos del sector son variados, como el mejoramiento de los caminos, infraestructura, materiales, entre otros. Si se llega a mejorar estos requerimientos la actividad pesquera podría mejorar, y por lo tanto también el impacto social y económico para la población que depende de los recursos pesqueros.

Se debe realizar estudios más largos, abarcando ambas épocas del año, para evidenciar algún impacto de las represas hidroeléctricas, aunque en el desarrollo del presente trabajo se pudo evidenciar la pérdida local de varias especies de peces o la reducción de sus poblaciones ya que las represas afectan particularmente las especies que deben cruzar la frontera con Brasil para completar su ciclo de vida y las especies que están vulnerables a depredación y/o competencia con las especies que proliferarán en los embalses de las represas brasileñas. Realizar estudios sobre la forma en que las represas hidroeléctricas afectan el transporte de huevos, larvas y juveniles de especies de peces migratorios hacia río abajo de las represas, causando una disminución del reclutamiento posterior de pre-adultos a Bolivia.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agostinho, A.A., F.M. Pelicice & L.C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (4, Suppl.): 1119-1132.
- Agostinho, A.A., L.C. Gomes, N.C. Santos, J.C. Ortega & F.M. Pelicice. 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management. *Fisheries Research*, 173: 26-36.
- Agudelo, R.M. 2005. El agua, recurso estratégico del siglo XXI. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia, Colombia*. 23(1): 91-102.
- Albert, J.S., P. Val & C. Hoorn. 2018. The changing course of the Amazon River in the Neogene: center stage for Neotropical diversification. *Neotropical Ichthyology*, 16(3): 1-24.
- Anderson, E.P., C.N. Jenkins, S. Heilpern, J.A. Maldonado-Ocampo, F.M. Carvajal-Vallejos, A.C. Encalada, J.F. Rivadeneira, M. Hidalgo, C. Cañas, H. Ortega, N. Salcedo, M. Maldonado & P.A. Tedesco. 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Science Advances*, 4: eaao1642.
- Argote, A., P.A. Van Damme, A. Macnaughton & F.M. Carvajal-Vallejos. 2014. Pesca artesanal en la Amazonia boliviana: un caso de estudio en la Tierra Comunitaria de Origen Multiétnica II (Pando y Beni). Pp. 295-337. En: MRE-MMAyA (Eds.). *Línea de base sobre ecosistemas y recursos acuáticos de la Amazonia boliviana en el marco de la evaluación de los impactos de las represas Jirau y Santo Antônio en territorio boliviano*. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia. 460 p.
- Álvarez Leiva, J. A. (31 de 12 de 1997). *Distribuciones Unidimensionales*. Obtenido de Generalidades: <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/UnidadesDidacticas/53-1-u-indice.html>.

- Baev, P.V. & Penev, L.D. (1995). Bioiversity: Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft. 57 p.
- Baigún, C.R.M., N. Oldani & P.A. Van Damme. 2011. Represas hidroeléctricas en América Latina y su impacto sobre la ictiofauna: lecciones aprendidas. Pp. 397-416. En: Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos & J. Molina Carpio (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Barthem, B.R. 2001. Componente biota acuática. Biodiversidade na Amazônia brasileira. Instituto socioambiental (ISA). Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. São Paulo, Brasil. 60-78.
- Barthem, R. & M. Goulding. 2007. Un ecosistema inesperado: la Amazonía revelada por la pesca. ACCA/ACA. Lima, Perú. 243 p.
- Barthem, B.R., M. Goulding, R.G. Leite, C. Cañas, B. Forsberg, E. Venticinque, P. Petry, M.L. de B. Ribeiro, J. Chuctaya & A. Mercado. 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Nature Scientific Reports*, 7: 41784.
- Bayley, P.B. & M. Petrere Jr. 1989. Amazon fisheries: assessment methods, present status, and management options. Pp. 385-398. In: Dodge, D.P. (Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106 p.
- Bayley, P.B. 1995. Understanding large river-floodplain ecosystems. *BioScience*. 45: 153-158.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Science Publishing. 4th Edition. 738 p.
- Bernal, H. 2005. Amazonía: Entre la integración regional y la globalización. *Revista Luna Azul*. 20: 1-11.
- Bernal, H. 2006. El agua de la Amazonia: Recurso estratégico para la Comunidad Sudamericana de Naciones (CASA) en el siglo XXI. Documento Técnico. Programa de Doctorado: Globalización, Desarrollo y Cooperación Internacional. 20 p.
- BIODAMAZ. 2001. Estrategia Regional de la Diversidad Biológica Amazónica. Documento Técnico N° 01 - Serie BIODAMAZ – IIAP. Iquitos, Perú.
- Boero, H. 1993. *Bolivia Mágica*. Ed. Vertiente. La Paz-Bolivia. Tomo I, 312 p.

- Bourrel, L. & M. Pouilly. 2004. Hidrología y dinámica fluvial del río Mamoré. Pp. 95-116. En: Pouilly, M., S. Beck, M. Moraes & C. Ibañez (Eds.). Diversidad biológica en la llanura de inundación del río Mamoré. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 383 p.
- Brak, A. 1995. Amazonía: Desarrollo y sustentabilidad. Desarrollo sostenible en la Amazonía. Revista de Desarrollo Rural Alternativo RURALTER. Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola (CICDA). La Paz, Bolivia. 13: 69.
- Britski, H.A., K.Z. Silimón & B.S. López. 1999. Peixes do Pantanal, Manual. Brasília: Embrapa-SPI; Corumbá: Embrapa-CPAP.
- Calderón, H., G. Calderón, W. Guamán & E. Vaca. 2006. Diagnóstico de flora y fauna de la cuenca del arroyo Bahía. PROMETA y CIPA-UAP. Pando, Bolivia.
- Calderón, H. 2010. Estudio ictiológico en el río Acre del departamento Pando. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Amazónica de Pando (UAP). Pando, Bolivia.
- Calderón, H. & A.B.L. Capobianco. 2017. Diversidad de la ictiofauna del departamento de Pando. Resumen de presentación Oral. I Congreso Boliviano de Ictiología. Cochabamba, Bolivia.
- Capobianco, A.B.L. 2015. Inventario ictiológico en la Estación Biológica Abuna (EBA) y la Estación Biológica Tahuamanu (EBT). Informe técnico Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía (CIPA), Universidad Amazónica de Pando (UAP). Pando, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos, F. & A. Zeballos-Fernández. 2011. Diversidad y distribución de los peces de la Amazonía boliviana. Pp. 101-147. En: Van Damme, P.A., F. Carvajal-Vallejos & C.J. Molina (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Carvajal-Vallejos, F., P.A. Van Damme & H. Muñoz. 2011. Composición de las capturas comerciales y de subsistencia en la Amazonía boliviana. Pp. 203-234. En: Van Damme, P.A., F. Carvajal-Vallejos & J. Molina (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Carvajal-Vallejos, F., R. Bigorne, A. Zeballos-Fernández, J. Sarmiento, S. Barrera, T. Yunoki, M. Pouilly, J. Zubieta, E. De La Barra, M. Jegú, M. Maldonado, P.A. Van

- Damme, R. Céspedes & T. Oberdorff. 2014. Fish-AMAZBOL: A database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiología*, 732: 19-27.
- Castillo, M., J. Allan, R. Sinsabaugh & G. Kling. 2004. Seasonal and interannual variation of bacterial production in lowland rivers of the Orinoco basin. *Freshw. Biol.* 49: 1400-1414.
- Charriere, M., L. Bourrel, E. Gautier & M. Pouilly. 2004. División geomorfológica del río Mamoré. Pp. 77-94. En: Pouilly, M., S. Beck, M. Moraes & C. Ibañez (Eds.). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del río Mamoré: importancia ecológica de la dinámica fluvial*. Fundación Simón I. Patiño, Bolivia. 383 p.
- Chernoff, B. & P. Willink (Eds.). 1999. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Upper Río Orthon basin, Pando, Bolivia. *Bulletin of Biological Assessment* 15. Conservation International. Washington, DC, EEUU. 186 p.
- Chernoff, B., P. Willink, J. Sarmiento, S. Barrera, A. Machado-Allison, N. Menezes & H. Ortega. 1999. Fishes of the Rios Tahuamanu, Manuripi and Nareuda, Depto. Pando, Bolivia: Diversity, Distribution, Critical Habitats and Economic Value. Pp. 39-46. En: Chernoff, B. & P. Willink (Eds.). *A biological assessment of the aquatic ecosystem of the Upper Río Orthon basin, Pando, Bolivia*. *Bulletin of Biological Assessment* 15. Conservation International, Washington, DC.
- Chernoff, B., A. Machado-Allison, P. Willink, J. Sarmiento, S. Barrera, N. Menezes & H. Ortega. 2000. Fishes of three Bolivian rivers: diversity, distribution and conservation. *Interciencia*, 25(6): 273-283.
- Chicchón, A. 2000. La fauna en la subsistencia de los Tsimane, Reserva de la Biósfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. Pp. 365-386. En: Herrera-McBryde, O., F. Dallmeier, B. McBryde, J.A. Comiskey & C. Miranda. *Biodiversidad y manejo en la región de la Reserva de la Biósfera Estación Biológica del Beni, Bolivia*. Si/MAB Serie No. 4. Smithsonian Institution. Washington D.C. USA.
- Crampton, W., H. Ortega, N. Lovejoy, R. Reis & J. Albert. 2008. Fishes of the Pacaya-Samiria National Reserve, Peru. Louisiana Digital Reproductions Inc. 181 p.
- Crespo, A. & P.A. Van Damme. 2011. Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. Pp. 15-28. En: Van Damme, P.A., F. Carvajal-Vallejos & C.J.

- Molina (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Domínguez, C. 2003. Importancia dos rios no sistema de transporte da Amazônia. Problemática do uso local e global da Agua da Amazônia. Organização das Nações Unidas para a Educação e a Cultura (UNESCO). Belem, Brasil. 169 p.
- Duncan, J.R. & J.L. Lockwood. 2001. Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world's freshwater fishes. *Biological Conservation*, 102: 97-105.
- Durán, J.B.Y. 2016. Diversidad de la ictiofauna del río Orthon del departamento del Pando. Tesis de Licenciatura en Biología. Carrera de Biología, del Área ciencias Biológicas y Naturales (ACBN) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP). Pando, Bolivia.
- Espinoza-Antezana, S. & P.A. Van Damme. 2020. El pescado amazónico en Bolivia: Una aproximación a su valor comercial. CSF-FA-WWF. Final. Publicado en: CSF-FAUNAGUA-WWF. 32 p.
- Fearnside, P.M. 2016. Environmental and social impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: implications for the aluminum industry. *World Development*, 77: 48-65.
- Feinsinger, P. (2003). El diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Eds. FAN. Santa Cruz-Bolivia. 242 p.
- Flores, D.N., S.V. Montellano, P. Rodal, D. Barroso & F.M. Carvajal-Vallejos. 2017. La pesca en Cachuela Esperanza y Rosario del Yata. Pp. 359-386. En: Carvajal-Vallejos, F.M., R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo & P.A. Van Damme (Eds.). Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica boliviana. INIAF-IDRC-Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia. 508 p.
- Foley, J., A. Botta, M. Coe & M. Costa. 2002. El Niño-Southern Oscillation and the climate, ecosystems and rivers of Amazonia. *Global Biogeochem. Cycles*. 16: Art. 1132.
- Forsberg, B.R., J.M. Melack, T. Dunne, R.B. Barthem, M. Goulding, R.C. Paiva, M.V. Sorribas, U.L. Silva Jr. & S. Weisser. 2017. The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. *PLoS ONE*, 12(8): e0182254.
- Fowler, H.W. 1940. Zoological results of the second Bolivian expedition for the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1936-1937. Part I. The fishes. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 92: 43-103.

- Fowler, H.W. 1943. Zoological results of the second Bolivian Expedition for the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1936-1937. Part II. Additional new fishes. *Notulae Naturae of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 120: 1-7.
- Freeman, M.C. 2003. Ecosystem-level consequences of migratory faunal depletion caused by dams. *American Fisheries Society Symposium*, 35: 255-266.
- FURNAS-ODEBRECHT. 2004. Complejo hidreléctrico do rio Madeira. Estudos de Viabilidade do AHE Santo Antônio, nov. 2004, Brasil.
- Galvis, G., J.I. Mojica, S.R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L.F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano-Rivadeneira, F. Arbeláez, E. Prieto & M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas. región de Leticia. Serie de Guías Tropicales de Campo N° 5. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 548 p.
- García, V., H. Calderón, B. Chernoff & P. Willink. 2003. Peces de Pando, Bolivia. Guía fotográfica de la colección del departamento de ictiología. The Field Museum, Centro de Investigación y Preservación de la Amazonia (CIPA), Universidad Amazónica de Pando (UAP). Pando, Bolivia.
- García, V., H. Calderón & P. Willink. 2006. Clave taxonómica de especies de importancia comercial en el mercado de la ciudad de Cobija. Centro de Investigación y Preservación de la Amazonia (CIPA), Universidad Amazónica de Pando (UAP), Field Museum of Natural History (FMNH), Chicago, Illinois.
- García Vásquez, A., J.C. Alonso, F. Carvajal, J. Moreau, J. Nuñez, J.F. Renno, S. Tello, V. Montreuil & F. Duponchelle. 2009. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology*, 75: 2527-2551.
- Goulding, M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian Natural History. University of California Press. Berkeley, USA. 280 p.
- Guyot, J.L., J. Quintanilla, J. Cortéz & N. Filizola. 1995. Les flux de matieres dissoutes et particulaires des Andes de Bolivie vers le rio Madeira en Amazonie bresilienne. En: FAUNAGUA-MHNDU-ULRA (Eds.). Monitoreo de la comunidad de peces en el Bajo Río Beni. Informe final. 13 p.

- Hamilton, S. & W. Lewis Jr. 1990. Basin morphology in relation to chemical and ecological characteristics of lakes on the Orinoco River floodplain, Venezuela. *Arch. Hydrobiol.* 119: 393-425.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Hauser, M., C.R.C. Doria, R.V. Santos, A. Garcia-Vasquez, M. Pouilly, C. Pécheyran, E. Ponzevera, G. Torrente-Vilara, S. Bérail, J. Panfili, A. Darnaud, J.F. Renno, C. García-Dávila, J. Nuñez, F. Ferraton, G. Vargas & F. Duponchelle. 2019. Shedding light on the migratory patterns of the Amazonian goliath catfish, *Brachyplatystoma platynemum*, using otolith $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ analyses. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(3): 397-408.
- Hubert, N. & J.F. Renno. 2006. Historical biogeography of South American freshwater fishes. *Journal of Biogeography*. 33(8):1414-1436.
- Ibañez, C. & M. Pouilly. 2004. Diversidad de hábitats acuáticos. Pp: 117-140. En: Pouilly, M., S. Beck, M. Moraes & C. Ibañez (Eds.). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del río Mamoré: importancia ecológica de la dinámica fluvial*. Fundación Simón I. Patiño, Bolivia. 383 p.
- Jiang, X., D. Lu, E. Moran, M.F. Calvi, L.V. Dutra & G. Li. 2018. Examining impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on land-cover changes using multitemporal Landsat imagery. *Appl Geog*, 97: 35-47.
- Jiménez-Segura, L.F., D. Restrepo-Santamaría, S. López-Casas, J. Delgado, M. Valderrama, J. Álvarez & D. Gómez. 2014. Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2): 3-25.
- Junk, W.J., P.B. Bayley & R.E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. p. 110-127. In: Dodge, D.P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106 p.
- Junk, W.J. 1997. General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. Pp. 3-22. In: Junk, W.J. (Ed.). *The central Amazon floodplain, ecology of a pulse system*. Springer, Berlin. Vol. 126. 521 p.

- Junk, W.J. & K. Wantzen. 2004. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications-An update. Pp. 117-140. In: Welcomme, R. & T. Petr (Eds.). Proc. 2nd Int. Symp. Management of Large Rivers for Fisheries. Volume II. RAP Publication 2004/17. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand.
- Kullander, S.O. 2003. Family Cichlidae (cichlids). Pp. 614-615. In: Reis, R.E., S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (Eds.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Brazil.
- Lasso, C.A., V. Castelló, T. Canales-Tilve, & J. Cabot-Nieves. 1999. Contribución al conocimiento de la ictiofauna del Río Paraguá, cuenca del Río Iténez o Guaporé, Amazonía Boliviana. Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 69(152): 89-103.
- Lasso, C.A., J.I. Mojica, J.S. Usma, J.A. Maldonado, C. DoNascimento, D.C. Taphorn, F. Provenzano, O.M. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suárez & A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. Biota Colombiana, 5(2): 95-158.
- Latrubesse, E., J. Stevaux & R. Sinha. 2005. Tropical rivers. *Geomorphology*. 70: 187-206.
- Lauzanne, L. & G. Loubens. 1985. Peces del Río Mamoré. Collection Travaux et Documents 192. Editions de l'ORSTOM. Paris, Francia. 116 p.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 24(1): 61-76.
- Lean, G. & D. Hinrichsen. 1994. Atlas of the Environment. Harper Perennial, New York.
- Lerer, L.B. & T. Scudder. 1999. Health impacts of large dams. *Environ Impact Assess Rev.*, 19(2): 113-123.
- Lewis, W. Jr., S. Hamilton, M. Lasi, M. Rodríguez & J. Saunders. 2000. Ecological determinism on the Orinoco floodplain. *Bioscience*. 50: 681-692.
- Lewis, W. Jr. 2008. Physical and chemical features of tropical flowing waters. Pp. 1-21. In: Dudgeon, D. (Ed.). *Tropical Stream Ecology*. Elsevier. Amsterdam, Holanda.
- Lima, M.A.L., D.A. Kaplan & C.R.C. Doria. 2017. Hydrological controls of fisheries production in a major Amazonian tributary. *Ecohydrology*. 10(8): e1899.
- Lizarro, D., R.B. Cholima, & L.V. Torres. 2014. Lista preliminar de peces en los ríos Orthon, Manuripi y Tahuamanu, Pando, Bolivia, 2014. *Agrociencias Amazonia*, 3: 7-16.

- López, H.L., A.M. Miquelarena & R.C. Menni. 2003. Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Probiota Serie Técnica y Didáctica N° 5. Buenos Aires, Argentina. 85 p.
- Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity?. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci.* 44: 211-235 p.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurements*. Princeton University Press. New Jersey-U.S.A. 179 p.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science. Oxford-U.S.A. 256 p.
- 3Mendes dos Santos, G. 2008. Pesca e ictiofauna no rio Madeira. Pp. 94-119. En: Switkes, G. & Bonilha, P. (Eds.). *Águas Turvas: Alertas sobre as conseqüências de barrar o mayor afluente do Amazonas*. International Rivers, 1ª Ed. Sao Paulo, Brasil.
- Ministerio de Relaciones Exteriores-Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MRE-MMAyA). 2014. Sistema de monitoreo de los impactos de las represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en territorio boliviano: Línea de base de ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 470 p.
- Molina, J. & P. Vauchel. 2011. Régimen hidrológico del río Madera y de sus tributarios. Pp. 3-14. En: Van Damme P.A, F. Carvajal-Vallejos & C.J. Molina (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Molinier, M., J. Ronchail, J. Guyot, G. Cochonneau, V. Guimaraes, E. de Oliveira. 2009. Hydrological variability in the Amazon drainage basin and African tropical basins. *Hydrol. Proc.* 23: 3245-3252.
- Montes de Oca, I. 1997. *Geografía y Recursos Naturales de Bolivia*. 3ra edición. La Paz, Bolivia.
- Montes de Oca, I. 2001. *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. La Paz-Bolivia.
- Montinho, P. & D. Nepstad. 2001. *As funções ecologicas dos ecossistemas florestais: implicações para conservação e uso da biodiversidade amazónica*. Instituto Socioambiental (ISA). Editora Estação Liberdade.
- Montoya, J., M.M. Castillo & L. Sánchez. 2011. La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de

- grandes ríos tropicales: Estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia*. 36(12): 900-907.
- Moreno, C. I., Zuria, M., García, G., Sánchez, I., Castellanos, M., Martínez & Rojas, A. (2006). Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia* 31: 67-71 p.
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz-Bolivia. 87 p.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia. 719 p.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.
- Nepstad, D.C, C. de Carvalho, E. Davidson, P. Jipp, P. Lefebvre, G. Negreiros, E. da Silva, T. Stone, S. Trumbore & S. Vieira. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*. 372: 666-669.
- Novoa, D. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y futuro. INAPESCA. Caracas, Venezuela. 148 p.
- Nuñez, J., E. Maldonado, R. Dugué, F. Duponchelle, C. Aliaga, R. Rivera & J.F. Renno. 2006. Reproducción y crecimiento de *Colossoma macropomum* en las cuencas del Iténez y del Mamoré (Amazonía Boliviana). Pp. 52-57. En: Renno, J.F., C. García, F. Duponchelle & J. Nuñez (Eds.). Primeras comunicaciones del coloquio internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA), Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura, Iquitos, Perú.
- Oviedo-Ocaña, E.R. 2018. Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 50(3): 1-2.
- Paz, S. & P.A. Van Damme. 2008. Caracterización de las pesquerías en la Amazonía boliviana. Pp. 205-234. En: Pinedo, D. & C. Soria (Eds.). El manejo de las pesquerías en ríos tropicales de Sudamérica. Mayor Ediciones/Instituto del Bien Común/IDRC. Bogotá, Colombia.

- Pearson, N.E. 1924. The fishes of the Eastern slope of the Andes. I. The fishes of the Río Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford Expedition. *Indiana University Studies*, 11(64): 1-83.
- Pearson, N.E. 1937. The fishes of the Beni-Mamoré and Paraguay basin, and a discussion of the origin of the Paraguayan fauna. *Proceedings of the Californian Academy of Sciences*, 28(3): 90-114.
- Pelicice, F.M., V.M. Azevedo-Santos, A.L.H. Esguícero, A.A. Agostinho & M.S. Arcifa. 2018. Fish diversity in the cascade of reservoirs along the Paranapanema River, southeast Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 16(2): e170150.
- Pérez, E. 2001. Uso de la ictiofauna por dos comunidades Tsimane': San Antonio y Yaranda (T.I. Tsimane', Depto. Beni) bajo diferente influencia del Mercado. Tesis de grado para obtener el título de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 110 p.
- Pérez, T., M. Pouilly, L. Maurice, P. Paco, A. Ovando & L. Córdova. 2008. Sensibilidad del norte amazónico a la contaminación por mercurio. Pp. 53-61. En: Quiroga, I. (Ed.). *Energía, represas y salud: La problemática de las represas en la cuenca del río Madera*. Superintendencia General, Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables (SG-SIRENARE). Edit. Sagitario Srl., La Paz, Bolivia.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5:285-307 p.
- Pouilly, M., F. Lino & T. Yunoki. 2004. Peces de las lagunas. Pp. 321-358. En: Pouilly, M., S. Beck, M. Moraes & C. Ibañez (Eds.). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial*. Fundación Simón I. Patiño, Bolivia. 383 p.
- Prat, N. 2004. El agua en los ecosistemas: motor y sustancia de la vida, Agua y Desarrollo sostenible: vida, medio ambiente y sociedad. Fundación Iberdrola, Madrid. 43: 21-37.
- Pringle, C.M, M.C. Freeman & B. Freeman. 2000. Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: Tropical-Temperate comparisons. *Bioscience*, 50(9): 807-823.

- Queiroz, L.J., G. Torrente-Vilara, W. Massaharu Ohara, T.H. da Silva, J. Zuanon & C. Rodrigues. 2013. Peixes do Rio Madeira. Dialeto Latin American Documentary. Volume 1. 399 p. Volume 2. 351 p. Volume 3. 413 p.
- Ramírez, A. & G. Viña. 1998. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Colombia. Bogotá. Editorial Panamericana.
- Reis, R.E., S.O. Kullander & C. Ferraris, Jr. 2004. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil. 742 p.
- Reis, R.E., J.S. Albert, F.D. Dario, M.M. Mincarone, P. Petry & L.A. Rocha. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89: 12-47.
- Rejas, D., S. Declerck, J. Auwerkerken, P. Tak. & L. de Meester. 2004. Plankton dynamics in a tropical floodplain lake: fish, nutrients, and the relative importance of bottom-up and top-down control. *Freshwater Biology*, 50(1): 52-69.
- Rejas, D., P. Villarando & F. Carvajal. 2005. Variaciones estacionales en la dieta de *Moenkhausia dichroua* (Pises, Characidae) en una laguna de la várzea del Río Ichilo (Cochabamba-Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 17: 49-54.
- Roa, T. & B. Duarte. 2013. Desarrollo hidroeléctrico, despojo y transformación territorial: el caso de Hidrosogamoso, Santander, Colombia. aguas robadas. despojo hídrico y movilización social, Ed: Arroyo A, Boelens R. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú.
- Roche, M., C. Fernández, N. Abasto, A. Aliaga, R. Arellano, J. Cortés, C. Cruz, O. Espinoza, J. Pena & J.L. Montaña. 2002. Balance hídrico superficial de Bolivia. Publicación PHICAB. La Paz, Bolivia. 28 p.
- Rodríguez, C.A. 2010. Pesca comercial. Serie: monitoreos comunitarios para el manejo de los recursos naturales en la Amazonia Colombiana. Fundación Tropenbos Internacional Colombia. Vol. 4. 51 p.
- Rodríguez, M.A. & W. Lewis Jr. 1994. Regulation and stability of fish assemblages of Neotropical floodplain lakes. *Oecologia*. 99: 166-180.
- Saint-Paul, U., J. Zuanon, M.A. Correa, M. García, N.N. Fabré, U. Berger & W.J. Junk. 2000. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Environ. Biol. Fish.*, 57: 235-250.

- Santos, R.M.B., L.S. Fernandes, R.M.V. Cortes, S.G.P. Varandas, J.J.B. Jesus & F.A. Pacheco. 2017. Integrative assessment of river damming impacts on aquatic fauna in a Portuguese reservoir. *Sci Total Environ*, 601-602: 1108-1118.
- Sarmiento, J. 1998. Ictiología del Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Pp. 174-180. En: Killeen, T.J. & T.S. Schulenberg (Eds.). A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. RAP Working Papers 10, Conservation International, Washington, D.C.
- Sarmiento, J. & S. Barrera. 2004. Fish. Pp. 122-128. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (Eds.). Biodiversity: the richness of Bolivia. State of knowledge and conservation. Ministry of Sustainable Development. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Sarmiento, J., R. Bigorne, F. Carvajal-Vallejos, M. Maldonado, E. Leciak & T. Oberdorff. 2014. Peces de Bolivia. IRD-BioFresh (EU). Plural Editores. Bolivia. 211 p.
- Schöngart, J. & W.J. Junk. 2007. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSOindices. *J. Hydrol.* 335: 124-132.
- Silvano, R., B. Amaral & O. Oyakawa. 2000. Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá River fish community (Brazilian Amazon). *Environ. Biol. Fish.*, 57: 25-35.
- Siqueira-Souza, F.K., C. Bayer, W.H. Caldas, D.C. Cardoso, K.C. Yamamoto & C.E.C. Freitas. 2017. Ecomorphological correlates of twenty dominant fish species of Amazonian floodplain lakes. *Brazilian Journal of Biology*, 77(1): 199-206.
- SNHN. 2007. Hidrografía de Bolivia. La Paz, Bolivia. 402 p.
- Stanford, J., M. Lorang, F. Hauer. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. *Verhand. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 29: 123-136.
- Tavera, G., P. Becerra, M. Ruiz-García, F.M. Carvajal-Vallejos & P.A. Van Damme. 2011. Distribución y estado poblacional del delfín boliviano (*Inia boliviensis*) en la Amazonía boliviana. Pp. 53-63. En: Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos & J. Molina (eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial Inia. Cochabamba, Bolivia.
- Terrazas Urquidi, W. 1970. Lista de peces bolivianos. Publ. n° 24, Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Bolivia. 65 p.

- Toussaint, A. N. Charpin, S. Brosse & S. Villéger. 2016. Global functional diversity of freshwater fish is concentrated in the Neotropics while functional vulnerability is widespread. *Nature Scientific Reports*, 6: 22125.
- Tundisi, J.G. 1994. Tropical South America: Present and perspectives. Pp. 353-424. In: Margalef, R. (Ed.). *Limnology now: A paradigm of Planetary Problems*. Elsevier Sci., New York. 553 p.
- Van Damme, P.A. 2001. Pautas para un plan de manejo pesquero en el río Paraguá (cuenca del río Iténez). FAN-Municipio Santiago Velasco. 61 p.
- Van Damme, P.A. & F.M. Carvajal. 2005. Recursos pesqueros y pesca en los ríos Blanco y San Martín, cuenca del río Iténez, Beni, Bolivia. 31 p.
- Van Damme, P.A., F. Vargas & H. Muñoz. 2005. Los peces comerciales en la llanura de inundación del río Ichilo (Cochabamba-Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 17: 97-104.
- Van Damme, P.A., A. Crespo, P. Becerra & R. Salas. 2011 a". Empleo en el sector pesquero en las tierras bajas de la Amazonía boliviana. Pp. 293-306. En: Van Damme, P.A., F. Carvajal-Vallejos & C.J. Molina (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos, J. Camacho, H. Muñoz & J. Coronel. 2011b. Peces migratorios de la Amazonia boliviana. Pp. 149-202. En: Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos & J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: Hábitats, potencialidades y amenazas*. Cochabamba, Bolivia: Edit. INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme, P.A. & F.M. Carvajal-Vallejos. 2013. Los recursos pesqueros de la Amazonía boliviana: explotación actual, potencialidades y amenazas. Pp. 19-30. En: Collado, L., E. Castro & M. Hidalgo (Eds.). *Hacia el manejo de las pesquerías en la Cuenca Amazónica. Perspectivas fronterizas*. Editorial Instituto del Bien Común, Lima, Perú.
- Van Damme, P.A., L. Córdova-Clavijo, C. Baigún, M. Hauser, C.R.C. Doria & F. Duponchelle. 2019. Upstream dam impacts on gilded catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Bolivian Amazon. *Neotropical Ichthyology*, 17(4): e190118.

- Van der Sleen, P. & J.S. Albert (eds.). 2017. Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas. Princeton University Press. 464 p.
- Vauchel, P. 2008. Estudio hidrológico de la confluencia del río Madera, informe interno. Mayo 2008.
- Wang, Q.G., Y.H. Du, Y. Su & K.Q. Chen. 2012. Environmental impact post-assessment of dam and reservoir projects: a review. *Procedia Environ Sci.*, 13: 1439-1443.
- Winemiller, K. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*. 81: 225-241.
- Winemiller, K. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol. Monogr.* 60: 331-367.
- Winemiller, K. 2004. Floodplain river food webs: Generalizations and implications for fisheries management. Pp. 285-309. In: Welcomme, R. & T. Petr (Eds.). *Proc. 2nd Int. Symp. Management of Large Rivers for Fisheries. Volume II.* RAP Publication 2004/17. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand.
- Winemiller, K., J. Montoya, D. Roelke, C. Layman & J. Cotner. 2006. Seasonally varying impact of detritivorous fishes on the benthic ecology of a tropical floodplain river. *J. North Am. Benthol. Soc.* 25: 250-262.
- Wosnitza-Mendo, C. 1998. Régimen pesquero de la Merluza: Razones para el cambio. Pesca Responsable, Revista institucional de la sociedad Nacional de Pesquería. Año IV N° 18. Industrial Gráfica S. A. Lima, Perú.
- Yunoki, T., L. Torres & T. Yagami. 2013. Condiciones ópticas y comunidades ictícolas en aguas blancas y negras, ríos Tahuamanu, Manuripi y Madre de Dios, Amazonía Boliviana. *Agrociencias Amazonia*, 1(2): 1-17.

ANEXO 1
ESPECIES DE PECES DE LA COMUNIDAD PUERTO CONSUELO II
PANDO, BOLIVIA



Leporinus friderici



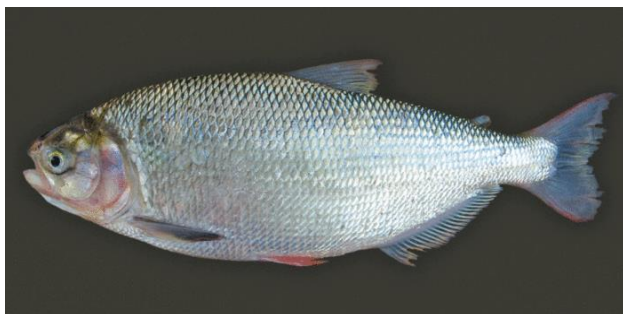
Leporinus trifasciatus



Schizodon fasciatus



Astyanax bimaculatus



Brycon amazonicus



Ctenobrycon spilurus



Bryconops giacopinii



Moenkhausia cotinho



Moenkhausia lepidura



Potamorhina altamazonica



Hydrolycus armatus



Hydrolycus scomberoides



Raphiodon vulpinus



Hoplerythrinus unitaeniatus



Thoracocharax stellatus



Gasteropelecus sternicla



Anodus elongatus



Nannostomus trifasciatus



Prochilodus nigricans



Colossoma macropomum



Mylossoma duriventre



Piaractus brachypomus



Triportheus angulatus



Acaronia nassa



Aequidens tetramerus



Cichlasoma boliviense



Plagioscion squamosissimus



Bunocephalus knerii



Hoplosternum littorale



Cetopsis candiru



Hypophthalmus edentatus



Lamontichthys sp.



Loricariichthys acutus



Brachyplatystoma filamentosum



Brachyplatystoma platynemum



Brachyplatystoma rousseauxii



Calophysus macropterus



Hemisorubim platyrhynchos



Pimelodus blochii



Pseudoplatystoma tigrinum



Pseudoplatystoma fasciatum



Sorubim lima



Zungaro zungaro

ANEXO 2

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMATIVO

Título de Protocolo: “EFECTOS DE LAS REPRESAS HIDROELÉCTRICAS EN LA RIQUEZA Y DISPONIBILIDAD DE PECES EN LA COMUNIDAD DE PUERTO CONSUELO II-REGIÓN DEL ALTO MADERA (BOLIVIA) ”

Por favor lea este documento de consentimiento con mucha atención antes de decidir participar en este estudio.

¿Cómo ha cambiado el modo de vida de las familias de la comunidad Puerto Consuelo II (Pando-Bolivia), después de la construcción de las hidroeléctricas de Jirao y Santo Antonio?

El propósito de esta investigación se basa en que efectos ocasiona las represas Jirao y San Antonio sobre la diversidad de la ictiofauna y disponibilidad de peces para su consumo de subsistencia en la comunidad de Puerto Consuelo II en la región de Alto Madera, Bolivia

Objetivo: Determinar la disponibilidad de peces para el consumo humano (pesca de subsistencia) en la comunidad de Puerto Consuelo II de la cuenca Alta del río Madera (Bolivia).

Para poder obtener estos datos se implementarán cuestionarios a las familias de la comunidad Puerto Consuelo II recopilando información sobre los hechos suscitados, es decir, los cambios generados después de la construcción de las hidroeléctricas

Este estudio buscará su asistencia de esta manera: Luego de una pequeña introducción a la investigación y de mi persona le pediré una entrevista en forma de diálogo abierto a fin de obtener información y datos para mi estudio. La mayoría de las preguntas están pre-establecidas, otras surgirán en el transcurso del diálogo. Le preguntaré sobre la pesca de subsistencia: Que se dedican exclusivamente a la pesca para subsistencia, en que temporada (meses del año), el número de faenas a la semana, la duración de la faena en horas, el número

de pescadores que participan por faena y el volumen aproximado (kilogramos) obtenido por faena, tipo de embarcación, si la embarcación es propia, identificación de las especies más importantes para la pesca de subsistencia.

Tiempo requerido: 20 a 30 minutos.

Riesgos y beneficios: No se anticipan riesgos ni beneficios.

Compensación: No se establece ninguna compensación.

Confidencialidad: Su identidad se mantendrá confidencial. La información obtenida por su persona será transformada en códigos numéricos. La lista que unirá su nombre al número codificado se mantendrá confidencial. Su nombre no aparecerá en ningún reporte.

Participación voluntaria: Su participación y la de los miembros de su familia es netamente voluntaria. No se le penalizará por no participar.

Derecho a abstenerse del estudio: Usted tiene todo el derecho a dejar la investigación en cualquier momento sin consecuencia posterior alguna.

A quién deberá contactar en caso tenga preguntas sobre la investigación: Área de Ciencia Biológica y Naturales, con la asesora (Lic. Hailin Calderón Vaca).

A quién deberá contactar para mayor información acerca de sus derechos con referencia a su participación en la investigación:

Gobernanza e Infraestructura Amazonia (GIA) y Relaciones Internacionales de (UAP)
Acuerdo:

Yo he leído el proceso descrito previamente. Yo acepto en forma voluntaria participar en el proceso de investigación. Yo he recibido una copia de este documento.

Participante de la Comunidad Puerto Consuelo II:

Fecha:

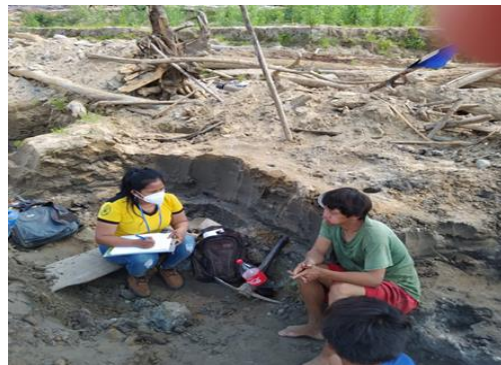
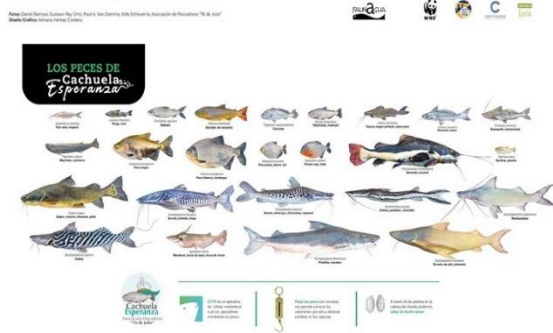
Estudiante UAP: Hiri Clara Hidalgo Riguera

ANEXO 3

GUIA FOTOGRÁFICA DE PECES QUE SE UTILIZO EN LA ENTREVISTA



Entrevista al Sr. Michel Rector A.
(Foto: Hidalgo 2020)



Entrevista al Sr. Salon Rector A.
(Foto: Hidalgo 2020)

